

تغنية النبات

الاستاذ الدكتور عبد المنعم محمد بلبع

> الناشر الشنهابي للطبع والنشر والتوزيع الأسكندرية



تغذية النبات

دكتور

عبد المنعم محمد بلسع B. Sc. Dipl. (Stat.), MS.c., Ph.D. أستاذ علوم الأراضى والمياه كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية إسم الكتاب: تغدية النبات

إسم المؤلف: الأستاذ الدكتور/ عبد المنعم محمد بلبع

رقم الإيداع بدار الكتب والوثائق المصرية، ٢٠٠٧/٤٨٧١

الترقيم الدولي: 42-4 - 5463 - 977 . I.S.B.N.

الطيصةالأولى

الناشير : الشنهابي للطبع والنشر والتوزيع

الطبساعة الشنهابي للطبع والنشر والتوزيع

الركز الرئيسى : نهاية شارع درويش بك - ميدان غبريال - رمل الإسكندرية

تليفون، ٥٧٤٨٦١٨ تليفاكس، ٢٣٣١٥٧٥

الطــــابع، مرغم ك٥٥,٥ طريق إسكندرية القاهرة الصحراوي - بحرى الطريق

شارع مسجد الإحسان - أمام مدخل الستعمرة

تليفونات - ۱۰۱۸۹۰۳۰ - ۱۲۲٤۲۱۰ - ۱۰۲۶۲۶۲۱۰

تعسدسر

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف والناشر.

محظور طبع أوتصوير أو إخراج أو توليف أو إقتباس محتويات هذا

الكتاب أوجزء منه إلا بتصريح كتابي موثق من المؤلف والناشر.

ومن يتعرض لذلك يكون عرضه للمساءلة القانونية والجنائية .



وآية لهم الأرض الميتة أحييناها وأخرجنا منها حباً فمنــه ياكلون ﴿*﴾ وجعلنا فيها جنات من نخيل وأعنــاب وفجرنـا فيهـا مـن العيــون ﴿*﴾ ليأكلوا من ثمره وما عملته أيديهم أفلا يشكرون ﴿*﴾



سورة يس (الآيات ٣٣-٣٥)

محتويات الكتاب

	صفحب
المقدمــة	0
التمهيد	٦
الباب الأول	۱۳
يدء صناعة الأسمدة	10
 إنتاج وإستخدام الأسمدة الكيميائية في مصر والبلاد العربية 	10
- الإنتاج المصرى من الأسمدة النيتروجينية	17
- عوامل زيادة إنتاج الأسمدة النيتروجينية في مصر والبلاد العربية	17
– توفير المنتجات النفطية والغاز الطبيعى	1 A
- توفر الإستثمارات	19
- زيادة الطلب العالمي على الأسمدة	Y .
- تسويق السماد العربى بالسوق العربية	۲.
- إتجاهات إستخدام الأسمدة في العالم	*1
- الأسمدة الفوسفورية	Y£
- معوقات صناعة الأسمدة في الوطن العربي	77
الباب الثانى	44
العناصر الضرورية لتغذية النبات	*1
- الوظائف التي تؤديها العناصر في حياة النبات	22
	4.6

- الكربون	٣٧
- الهيدروجين	79
– النيتروجين	44
- الفوسيفور	01
– البوتاسيوم	01
- الكالسيوم	٥٦
- المغنسيوم	٥٧
– الكــبريت	09
— الصديد	٦.
– المن <u>جني</u> ز	71
- الزنك	70
– النحـاس	70
– البورون	70
– الموليبدنيـوم	10
– الكلورين	77
- الســــــــــــــــــــــــــــــــــــ	77
الباب الثالث	7.4
إمتصاص النبات للعناصر المغذية	49
- العوامل التي تؤثر على إمتصاص النبات للعناصر المغذية	٧.
- العوامل الخارجية	٧١
- العوامل الداخلية	٧١

VY	 امتصاص النباتات للعناصر المغذية من الأرض
	(التبادل - الإذابة - التقييد)
٧٥	- أليات وصول العناصر إلى سطح الجذر
	(الإعتراض الجذرى - الانتشار)
٧٧	- التبادل بالملامسة Contactexchange
44	– التبادل الأيوني على جذور النباتات
۸٧	- نظريات تفسير ظاهرة التبادل
90	 مصدر الشحنة السالبة بالطين
9٧	– تطور الأفكار التي تفسر آلية إمتصاص النبات للعناصر الغذائية
)	 السعة التبادلية الكاتيونية لمأرض
1 - 1	- الأهمية التطبيقية لتبادل الكاتيونات في الأراضى
1 • Y	- أين تحمل الكاتيونات المدمصة
1 . 1	- تراكم الأملاح في خلايا النبات
1 + 2	- تنفس الأملاح
1 . A	- البناء الضوئي
1 . 9	~ دور أصباغ البلاستيدات الخضراء
111	– الكلوروفيل – أنواع الكلوروفيل
115	- دخول الأيونات في الجذور - (الدخول السلبي - الدخول الإيجابي)
118	- الماء الأرضى
119	– إمتصاص النبات للماء من الأرض
	(الإمتصاص السلبي - الإمتصاص الإيجابي)
17.	- تسميد الأراضى المتأثرة بالأملاح
1 .	الما احسام

مُتَكُنَّتُهُ

القارئ الكريع ...

الحديث عن تغذية النبات يرتبط دائماً بمجالين أساسيين الأول مجال فسيولوجيا النبات (علم وظانف الأعضاء) فالتغذية تكاد تكون عملية فسيولوجية كيموانية يصحب على من يكتب عن التغذية أن يضع حدا فاصلا بينها وبين الفسيولوجيا

وترتبط تغذية النبات ارتباطا وثيقا بمجال علم الأراضى بحكم أن النبات ينمو عادة فى الأرض وتمتد جذوره فيها وتمتص العناصر المغذية والماء منها . على أى حال أرجو أن أكون قد وفقت فى فصل موضوع تغذية النبات عن هذين المجالين خصوصاً وأن لى كتابا آخر فى خصوبة الأراضى والتسميد شديد الارتباط بموضوع تغذية النبات .

وتغذية النبات ليست علما أكاديميا خالصا بل شديد الارتباط بالإنتاج الزراعي فالتسميد عملية زراعية على جانب كبير من الأهمية وهو أساسيا محاولة لتطبيق تغذية النبات حتى يمكن الحصول على إنتاج عال .

وبالرغم أنه قد كتب عن الأراضى والمهاه والعناصر المغذية عدد غير قليل من الكتب إلا أن قليلا منها تخصمص فى تغذية النبات ولقد شعرت أن مجال تغذية النبات كمجال أكاديمي أو تطبيقي يتطلب من المتخصصين أن يعطوه مزيداً من وقتهم وجهدهم ومن هنا جاءت الرغبة فى وضع هذا الكتاب.

والله ولى التوفيق ،

أ.د. عبد المتعم محمد بلبع

دیسمبر ۲۰۰۱



المعتقدات القديمة في كيفية تغذية النبات

نشأة وتطور علم تغذية النبات :

لم تشغل تغذية النبات تفكير العلماء العرب مثلما شغلهم التفكير فيما يتصل بالحيوانات ولعل ذلك يرجع إلى قرب الحيوانات من الإتمان فهو غذاؤه ووسيلة مواصلاته وتتغذى الحيوانات على أعشاب المراعى فلم يهتم البشر بكيف تتم هذه التغذية .

وورث المفكرون والباحثون في القرن السادس عشر كثيراً من أفكار من مبقوهم في تفسير تغذية النبات وقد مساد في هذا العصر السراي القسائل بأن النبات يتغذى على الماء وأنه يمتص منه الأمسلاح ويعتبر فرانسيس باكون Francis Bacon من أشهر مفكري هذا العصر (١٦٦١-١٦٢٤) وقد اعتنق هو أيضا هذا الرأي وأعتقد أن الأرض تقى النبات الحر والبرد وتساعد النبات بخرس جذوره فيها وأضاف أن كل نبات يستخلص من الأرض مادة خاصة لغذائه ولذا فراعته مرات متوالية في نفس الأرض يقترها في هذه المادة.

اتجه جان فان بابتس Salix الساليكس Salix تزن ٥ أرطال في اتجاها تجريبيا فغرس فسيلة من نبات الساليكس Salix تزن ٥ أرطال في ١٠٢٥ من ١٠ ٢ رطل من الأرض الجافة وروى هذه الفسيلة بماء المطر لمدة أكثر من ٥ سنوات وفي نهاية المدة كان وزن النبات ١٦٩ رطلا و٣ أوقيات وفقدت الأرض حوالي أوقيتين من وزنها الجاف فاستنتج هلمونت من ذلك أن النبات قد استمد من الماء ١٦٤ رطلا من وزنه ولكنه لم يشر إلى النقص الطفيف في وزن الأرض الجاف وأعتبره خطأ تجريبيا .

واتجه روبرت بويل Robert Boyle (١٦٩١-١٦٢٧) نفس الاتجاء وأكد نفس الاستنتاج غير أنه قام بتحليل النبات تحليلا كيميانيا ، وفي عرضنا لنشأة وتطور علم تغذية النبات وأن هذا المجال لم يشغل أفكار الطماء العرب كثير أ يجب أن يكون واضحا أن المنهج العلمي المبنى على التجريبة والمشاهدة والقياس والاستنتاج كأسلوب لكشف الحقائق لم ينشأ في الغرب بل كان الباحثون العرب يمارسونه في دراساتهم وفي ذلك يقول أبن العوام (أبو زكريا يحيى بن محمد بن أحمد بن العوام الإثنييلي) صاحب كتاب الفلاحة : " ولم أثابت فيه شيئا من رأى آلا ما جرينة مرارا وصح " .

لاحظ J.R. Glauber (أن ملح نترات البوتاسيوم يزيد نمو للمجاند البوتاسيوم يزيد نمو النبات زيادة كبيرة وأعتقد أن خصوية الأرض وقيمة المساد البلدي ترجع كلية إلى نترات البوتاسيوم وزاد John Mayer (١٦٢٩-١٦٧٩) أن النترات تزيد فسى الأرض في فصل الربيع وتقل في فصل الصيف وهو موسم النمو واستنتج من ذلك أن النبات قد امتجبها في نموه .

وسادت الأوساط العلمية النظرية العضوية أى أن النباتات "تتفذى على المواد العضوية فقد لاحظ الباحثون أن الحقول التي يضاف اليها السماد العضوى تعطى انتاجا أعلى من تلك التي لم يضف اليها هذا السماد العضوى.

وكانت ملاحظة Woodward (1199) أول معارضة صريحة لاستنتاجات Van Helmont فقد نمى النبات في ماء مقطر وفي ماء النهر وفي مستخلص الأرض فلاحظ أن النبات النامي في مستخلص الأرض أفضل من الذي نما في ماء النهر وهذا أفضل من الذي نما في الماء المقطر فاستنتج أن الأرض وليس الماء هي التي تكون جسم النبات ، وتحول الاتجاء إلى دور المادة العضوية في تغذية

النبات وأجريت بعض التجارب التي استخدمت فيها مصادر كربونية مثل الفحم والزيوت المعدنية وفضلات الطيور وغيرها .

وفي مطلع القرن التاسع عشر تم التحول عن الرأي القاتل أن الماء هو مصدر عذاء النبات فقد نشر Nicholas Theodore de sa usure رأيه القاتل بأن رماد النبات مأخوذ من الأرض ، وأوضح أنه إذا نمت بذرة في الماء فقط فإن الرماد لا يزيد عما في البذرة إلا بقدر ما يسقط عليها من تراب وأن عناصر هذا الرماد أساسية في تغذية النبات وأن النبات يستمد من الأرض النتروجين والعناصر المعدنية ويمتص الأركسجين الجوى ويخرج ثاني أوكسيد الكربون كعملية مشابهة لمعلية المتنس وأنه يمتص ثاني أوكسيد الكربون ليستحله في بناء جسمه .

ولكن آراء وحجج De Sausure لم تجند قبولا كما أن اتجاهه الكمي في البحث لم يجد من يواصل تطبيقه إلا بعد مضى ٥٠ سنة عندما نشر في البحث لم يجد من Justus Von Liebig في محاضرة له في الجمعية البريطانية لتقدم العلوم الأراء الآتية:

- ١- معظم الكربون بالنبات مصدره ثاني أوكسيد الكربون الجوي .
 - ٢- أن مصدر الأوكسجين والهيدروجين هو الماء .
- ٣- أن العناصر القلوية ضرورية للنبات لتعادل الحموضة التي تتكون في النبات كنتيجة للنشاط الحيوي .
 - ٤- أن الفوسفور ضروري لتكون البذور .
- أن النبات يمتص أي شئ من الأرض ولكنه يطرد منه المواد غير الضرورية
 له .

وأوضع Liebig بالتجربة أهمية الفوسفور والبوتاسيوم لنمو النبات ، أما بالنسبة النتروجين فقد رأى أن النبات يمتصه في صورة نشادر وأنه يحصل عليه من الأرض أو الهواء أو السماد العضوى كما نشر آراءه فى العلاقات الكميـة بين النبات وعوامل النمو وقانونه المعروف باسمه أو بقانون العامل المحدد .

ومنذ منتصف القرن التاسع عشر بدأت العلوم الزراعية عموما وتغذية النبات على وجه الخصوص تأخذ مكانها بين العلوم التجريبية وكان إنشاء محطة تجارب روثامستد Rothamsted في هاريندن Harpenden بإنجلترا سنة ١٨٤٣ إحدى الخطوات الهامة . أسس هذه المحطة J.H. Gilbert و J.B. Lawes من أنصار Liebig ولكن بعد ١٢ سنة من الدراسات والبحث انتهيا إلى النتائج من أنصار الآثية :

١- أن الفوسفور والبوتاسيوم ضروريان للنبات .

٢- أن النتروجين ضروري للنبات وبغيره لا يستطيع النبات النمو حتى إذا توفر
 الفوسفور والبوتاسيوم وأن كميات النشادر الموجودة فى الجوالتكفى حاجة
 النبات من النتروجين

آن النباتات غير البقولية تحتاج إلى مدها بالنتروجين .

 ٤- يمكن المحافظة على خصوبة الأرض لعدة سنوات باستعمال الأسمدة الكيميائية .

استعملت العظام المسحوقة لمد النبات بالفسفور في الولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٨٢٥ ، وبدأ استغلال رواسب نترات الصودا الشيلي برأس مال انجليزى سنة ١٨٣٠ و وعندما صدرت الشحنة الأولى منه إلى أوريا سنة ١٨٣١ لم تجد من يشتريها ، ولكن تزايد الاقبال عليه بسرعة ووصلت جملة السماد المصدر من شيلي سنة ١٨٥٠ نحو ٣٣٠ ألف طن، ثم زاد استخدامه زيادة كبيرة في أورويا وأمريكا في النصف الثاني من القرن

التاسع عشر . واستخدمت الأمونيا سنة ١٨٣٠ بانجلترا وفي الولايات المتحدة الأمريكية . وبدأ استخدام أملاح البوتاسيوم الالماني سنة ١٨٦٠ ، وصدر إلى أمريكا سنة ١٨٦٩ ، وفي نهاية القرن التاسع عشر كانت أملاح البوتاسيوم معروفة في العالم كسماد .

أوضح ليبج Liebig سنة ۱۸۳۹ أن القيمة السمادية لمسحوق العظام تزداد المعاملته بحامض الكبريتيك ، وقد سبق أن اقترح اشير Escher ذلك سنة ما ١٨٣٥. وفي سنة ١٨٤٣ حصل اوز Lawes على حق إنشاء مصنع في إنجلترا المعاملة حجر الفوسفات بمبلغ ١,٥ مليون دولار وبدأت منذ هذا التاريخ صناعة الأسمدة الفوسفورية .

كانت صناعة الأسمدة الكيميائية واستخدامها في الإنتاج الزراعي فاتحة لعهد جديد ونقطة تحول هامة في الزراعة لأنها مكنت الإنسان من الحصول على مقدار أكبر من الغذاء أو من المواد الزراعية من نفس المسلحة التي يزرعها ، رغم أن إضافة السماد البلدي محدودة وتزداد تكافته كثيرا إذا كمان من الضروري نقل مقادير كبيرة منه مسافات طويلة .

جدول (١) : الاستهاك العالمي من الأسمدة الكيميائية مليون طن (ن ، فو، أ ، نور، أ ، ف ، أ

L	ننامية *	استهلاك الدول ا		4	ستهلاك العالمي	NI .	السنة
	1 £, ¥ 77, £ 77, •	1941-40 1941-40	توقع توقع توقع	1, E 7, Y 9, E	1900-08	4,7 74,1 74,7	1979-FA 19309 1971-7.
L						177,0	1941-4.

^{*} أرقام تقديرية .

وقد زاد الإقبال على استخدام الأسعدة الكيميائية وقابل ذلك زيادة كبيرة فى التاجها وتقدم فى طرق صناعتها وخفض لتكلفة الوحدة السمادية منها حتى الصبحت صناعة الأسعدة من أكبر الصناعات بالعالم ولكثرها انتشارا فقد بلغ الإنتاج منها فى أوروبا الغربية ١٩٦٠-١٩٦٠ طن وفى الولايات المتحدة الامريكية ١١،٨٤٧،٠٠ طن وذلك فى سنة ١٩٦٥-١٩٦٦

وباستخدام الأسمدة المعدنية – وغيرها – ارتفعت إنتاجية القمح الشيوى بالمانيا مسن ٥٠٠٠م محجم /هكتار سنة ١٩٢٧ إلى ٥٠٠٠م حجم /هكتار سنة ١٩٢٧ إلى ١٩٤٥ حجم /هكتار سنة ١٩٢٧ إلى ١٩٤٥ وحجم /هكتار سنة ١٩٤٠ إلى ١٩٤٥ (Finck, 1981) . ومن رأى بعض الباحثين أن استخدام الأسمدة قد أدى إلى زيادة محصول الحبوب ثلاث مرات بين سنة ١٨٠٠ وسنة ١٩٧٠ بينما زاد الإنتاج عامة خمص إلى ست مرات . ويرى Finck أن نحو ٤٠٪ من الزيادة التى حدثت في إنتاجية القمح بألمانيا من سنة ١٩٥٠ حتى سنة ١٩٥٠ ترجع إلى التسميد المعدني وأن مساهمة التسميد العضوى في هذه الزيادة نحو ٢٠٪ كما ساهمت باقى العمليات بنسبة ٤٠٪ مثل تحسين الخدمة (١٥٪) ، ومقاومة الأفات وغيرها . أما على المستوى العالمي فإن ٥٠٪ من الزيادة الإنتاجية الزراعية تعود الى التسميد.

الباب الأول



يدء صناعة الأسمدة

◊ إنتاج وإستخدام الأسمدة الكيميانية في مصر والبلاد العربية
 ◊ عوامل زيادة إنتاج الأسمدة النيتروجينية في مصر والبلاد

العربية

الباب الأول

بدء صناعة الأسمدة

[] إنتاج واستخدام الأسمدة الكيميائية في مصر والبلاد العربية :

بدأ إهتمام الهيئات الزراعية في مصر بالأسمدة الكيميائية متمثلا في مدرسة الزراعة بالجيزة (كلية الزراعة جامعة القاهرة) والجمعية الزراعية السلطانية (الهيئة الزراعية المصرية) فاستوريت شحنات صغيرة من نترات الصودا الشيلي أواخر القرن التاسع عشر وبلسغ ما أستورد منها في سنة ١٩٠٢ مقدار ٢٥١٠٢ طن، وزاد استخدام هذا السماد زيادة واضحة منذ ١٩٢٠ حتى وصبل المستورد منه نحو نصف ملبون طن قبيل الحرب العالمية الثانية ، وأدى قيام هذه الحرب الى انخفاض استيراد السماد النتروجيني إلى ١٨٣ ألف طن خلال الفترة ١٩٤٠ إلى ١٩٤٤ ، ولمعل أزمة استير إد السماد الفتروجيني هذه كانت حافز البدء صناعة الأسمدة النتر وجينية في مصر ، فأنشئ أول مصنع لها بالسويس بطاقة انتاجية قدر ها ٢٤٠ ألف طن من نترات الجير ٥٥٥٪ نتروجين و١٠٠ ألف طن من سلفات النشادر ٥٠٥٠٪ نتر وجين . وتزايد الاستهلاك من الأسمدة النتر وجينية على وجه خاص أ فبينما كان النتر وجين المستخدم في السماد ٩٠ ألف طن سبنة ١٩٥٢ ارتفع سنة ١٩٦٢ إلى ٢٠٠ ألف طن ثم ظل يتزايد بسرعة واضحة حتى وصل سنة ١٩٦٩ إلى نحو ٤٠٠ ألف طن نتروجين وكذا تزايد الإتتاج من الأسمدة النتر وجينية في مصر بعد بدء إنتاج مصانع شركة كيما باسوان فزاد الإتتاج إلى نحو ١١٠ ألف طن نتروجين سنة ١٩٦٢ . وقد توقف الإنتاج في مصانع السويس بعد سنة ١٩٦٧ ولكن زاد إنتاج شركة كيما تدريجيا كما بدأ إنتاج مصانع حلوان من نثرات الأمنيوم . وقد بدأ إنتاج مصانع طلخا من تـثرات الأمنيوم سـنـة ١٩٧٥ ومصانع أبوقير سنة ١٩٧٩ .

وقد نشر في أغسطس (١٩٧٩) أن الإنتاج المصرى من الأسمدة النتروجينية قد بلغ:

- ۱۹۷۹ ۳۶۰ ألف طن نتروجين أي ما يعادل نحو ۲٫۲مليون طن نـترات كلميوم ۲٫۵۰٪ نيتروجين .
- ۱۹۸۰ الف طن نیتروجین أی ما یعادل نحو ۳٫۵ ملیـون طن نـترات
 کاسبوم .
- ۱۹۸۱ ۱۹۸۰ آلف طن نیتروجین أی ما یعادل نحو ۶٫۰ ملیـون طـن نـترات کلسیوم .

وذلك بعد بدء انتاج مصنع اليوريا بأبوقير بالإسكندرية في سبتمبر ١٩٧٩ وإنتاج مصنع اليوريا في طلخا في مطلع عام ١٩٨٠ .

ونتيجة لزيبادة الإنتاج من الأسمدة النيتروجينية فأن استيراد السماد النيتروجيني قد انكمش من نحو ٢٠٠٠ مليون طن سنة ١٩٧٧ إلى ١٩٨٦ سنة ١٩٨٧ و ٤٠٤ مليون طن سنة ١٩٨٧ وذلك على أساس مدهد نترات كلسيوم ١٩٥٠ نيتروجين.

جدول (٢) : برامج إنتاج الأسمدة النتروجينية حتى ١٩٨٠ - مليون طن نيتروجين

	٤,٤	شرق أوروبا	٦,١	أمريكا الشمالية
	٣,٠	غرب أوروبا	۸,۲	أمريكا اللاتينية
İ	٣,٣	دول آسيا الأخرى	7,5	دول أسيا النامية
			١,٦	أفريقيا

وتأخر استخدام الأسمدة بالبلاد العربية - غير مصد - ولازال المقدار المستهلك منها في إكثر البلاد العربية ضئيلا ، ولكن السنوات الأخيرة شهدت نشاطا ملحوظا في انتاج الأسمدة والدعوة لزيادة استخدامها في الزراعة العربية وقد بلغ الإنتاج الفعلي من الدول العربية جميعها ١،٠٢٩،٠٠٠ طن وهو مقدار يمثل نحو ٨،١٪ من جملة الإنتاج العالمي . وبعد إتمام المشروعات التي في طور الإنشاء بالبلاد العربية فإن طاقة الإنتاج من الأسمدة النيتروجينية تريد من الإسمدة النيتروجينية تريد من العرب.٠٠ الله في المنة في سنة ١٩٦٨-١٩٦٩ إلى ٧,٧ مليون طن سنة ١٩٧٠-١٩٧٠ .

وستصبح الكويت والسعودية وقطر وليبيا في السنوات المقبلة من أكبر الدول المصدرة للأسمدة اللبتروجينية وذلك لزيادة الإنتاج بها وقلة ما ينتظر أن تستهلك منها . وتعتبر الكويت والسعودية في الوقت الحاضر دولا مصدرة للأسمدة النيتروجينية أما بقية الدول العربية فلا زالت تستورد أكثر مما تنتج وكانت مصدر أكبر سوق عربية يستورد السماد يليها السودان والعراق وسوريا والمغرب غير أن هذا الاستيراد قد توقف إذ أصبحت مصدر تصدر اليوريا وتستورد نترات الأمونيوم.

عوامل زيادة إنتاج الأسمدة النيتروجينية في مصر والبلاد العربية :

تمتاك البلاد العربية المواد الخام لصناعة الأسمدة النيتروجينية والقوسفائية وإلى حد أقل البوتاسية ، ويتمثل ذلك في إنتاجها البترولي الضخم ومعروف أن الغاز الطبيعي الذي يدخل في صناعة الأمونيا التي تصل إلى نحو ٢٥٪ من الاحتياطي العالمي منها تستخدم في عمليات تحضير النيتروجين والهيدروجين ويتكون منهما الأمونيا . فالمواد الخام اللازمة لصناعة الاسمدة النيتروجينية

موجودة وتعتبر نواتج ثانوية لصناعات أساسية لا يكاد يستفاد منها ، كما يوجد حجر الفوسفات في كثير من البلاد العربية والبوتاسيوم بالبحر الميت .

• تقوم بعض البلاد العربية بصناعة الأسمدة النتروجينية والفوسفورية ولكن طاقتها الإنتاجية تقوق كثيرا ما تستهلكه فعلا منها وأحد الأسباب لذلك هو أن بعض البلاد ذات الطاقة الإنتاجية العالية لا تستهلك أسمدة بكميات ذات قيمة ولذا فهي تنتج للتصدير ، والدخول في ميدان المنافسة في تصدير هذه المنتجات يقتضي الكثير من الحذر والدراسة . والاتجاه الواضح في إنتاج الإسمدة النتروجينية في البلاد العربية هو زيادة حجم الإنتاج والعوامل التي ترجح هذا الاتجاه هي :

١ - توفير المنتجات النقطية والغاز الطبيعى:

يستخدم الغاز الطبيعي في الوقت الحاضر في استخلاص الفتروجين من الهواء الجوى والهيدروجين من بخار الماء . والغاز الطبيعي أكثر المصدادر استخداما وأفضلها اقتصاديا ، ويقدر نصيب البلاد العربية من الغاز الطبيعي بنحو ٢٠٪ من الاحتياطي العالمي منه ، وتستخدم أيضا النافتا والزيوت الثقيلة وغازات الكوك وغازات الفحم ولكنها جميعا أكثر تكلفة من استخدام الغاز الطبيعي ، وبرامج إنتاج السماد النتروجيني الموضحة بالجدول رقم (٢) والإنشاءات الأخرى التي لم ترد بالجدول قد لا يمكن تحقيقها كاملة في بعض البلاد التي تعتمد على استيراد المواد النقطية مما يشير إلى الفرصة المتاحة للبلاد التنية بالغاز الطبيعي والنفط تصبح مراكز هامة لإنتاج الأسمدة النيتروجينية (Nelson, 1974) .

وتقدر بعض المصادر الغاز الطبيعى غير المستغل في مناطق النفط أنها تكفى لإنتاج ضعف مقدار السماد النتروجيني الذي يستخدمه العالم في الوقت الحاضر . وتشير بعض الدراسات إلى أن مشكلة نقص الغاز الطبيعي في البلاد المنتجة للأسمدة النتروجينية يمكن التغلب عليها فغازات الفحم تكفى العالم لعدة قرون بالإضافة إلى استخدام المفاعلات والطاقة النووية كمصادر المطاقة التي تتوجع الحصول على الهيدروجين من الماء (Nelson, 1974) . ولو أن دراسات هيئة وادى تنسى الأمريكية تشير إلى أن تكلفة إنتاج الأمونيا باستخدام الفحم تبلغ أكثر من ضعف التكلفة باستخدام الفاز .

٧- توفر الاستثمارات:

بعد حرب أكتوبر ١٩٧٣ ارتفعت أسعار البترول الخام من ٣ دو لارات إلى نحر ١١ دو لار للبرميل ثم توالى ارتفاعها حتى وصلت إلى ٣٣ دو لار للبرميل وازداد نصيب البلاد المنتجة من البترول الناتج وتحسنت شروط الاتفاقات بين الشركات المنتجة والدول صاحبة البترول ، وأدى كل ذلك إلى زيادة دخول الدول العربية النفطية زيادة كبيرة تعمل جاهدة على استثمارها في مشروعات مختلفة ومن أهم هذه المشروعات إنتاج الأسمدة النتروجينية وتتميز هذه المناعبات بحاجتها إلى موارد وفيرة وتذكر بعض المصادر (منظمة الغذاء والزراعة بهيئة الأمم المتحدة ١٩٦٩) أن كل طن من السعة الإنتاجية السنوية لمصانع الأسمدة النتروجينية أو القوسفورية يحتاج إلى نحو ٥٠٥ دولار استثمارات كما يقدر المصدر نفسه حاجة إلبلاد النامية إلى نحو ٥٠٥ دولار استثمارات كما يقدر مصانع هذه الأسمدة حتى ١٩٨٥ – (يلاحظ ارتفاع الأسعار ارتفاعا كبيرا في الشمنيات والتسمينات) .

وتشير دراسة The National Fertilizer Development Centre التابع لهينة وادى تنسى TVA بالولايات المتحدة الأمريكية ١٩٧٠ الي أن خطط البلاد النامية تصل بالسعة الإنتاجية الفعلية لمصانع الأسعدة النتروجينية والفوسفورية سنة ١٩٧٥ إلى نحو ١٧,٤ مليون طن ، وتستنتج الدراسة من ذلك أنه إذا كان الإنتاج يبلغ ٨٠٪ من السعة الإنتاجية أى نحو ١٤ مليون طن وأن المقدر أن احتياجات البلاد النامية من هذه الأسعدة سنة ١٩٨٠ هو ٢١ مليون طن على أساس أن الإنتاج الزراعي لهذه البلاد سوف يزداد بنسبة ٣٪ صنويا فيكون المقدار الواجب أضافته حتى سنة ١٩٨٠ للإنتاج الفعلى لهذه الأسعدة هو ٢٧ مليون طن يمثل سعة أضافته حتى سنة ١٩٨٠ للإنتاج الفعلى لهذه الأسعدة هو ٢٧ مليون طن يمثل سعة إنتاجية ٥٠,٣٧ مليون طن وأن ذلك يحتاج إلى ١٩٥٠ بليون دولار .

ويتضح من ذلك أن حجم الاستثمارات اللازمة لهذه الصناعة في البلاد النامية ضخم وأن الدول التي تستطيع أن تقدم هذه الاستثمارات في البلاد النامية هي الدول العربية النفطية.

٣- زيادة الطلب العالمي على الأسمدة :

زاد الإقبال على الأسمدة كوسيلة لزيادة إنشاج المنتجات الزراعية فارتفعت أسعار الأسمدة ونقص المعروض منها عن الطلب عليها . ولم تعد المنافسة عاملا هاما في تصريف الأسمدة في مختلف أسواق العالم .

٤- تسويق السماد العربي بالسوق العربية:

فى رأينا أن أول قرص تسويق السماد العربي هي أسواق البلاد العربية نفسها ولكن قسما كبيرا من البلاد العربية المنتجة لملاسمدة لا تلعب الزراعة في اقتصادها القومي دورا أساسيا وبذا فتصدير هذه المنتجات إلى أسواق البلاد العربية الزراعية هو الطريق الواضح لتصريف هذه المنتجات . ولكن حتى البلاد العربية الزراعية فيما عدا مصر لا تستهلك من الأسمدة في الوقت الحاضر ما يؤهلها لأن تكون سوقا تعتمد عليها البلاد المنتجة غير أننا نتوقع زيادة استهلاك البلاد العربية الزراعية في المنوات المقبلة من الأسمدة خصوصا النتروجينية كما سنوضح ذلك.

٥- قرب مراكز الإنتاج العربي من أسواق الاستهلاك بالدول النامية :

بدون الاعتماد على السوق العربية يكون على صناعة السماد النتروجيني في البلاد العربية الفطية غير الزراعية أو التي لا تستهلك ما تنتج من السماد أن تنافس الإنتاج الأوروبي والأمريكي والياباني في أسواق جنوب شرق آسيا وأسواق أفريتيا وبالنسبة إلى قرب هذه الأسواق من مراكز الإنتاج العربية فإن تكاليف نقل المنتجات العربية إليها تكون أقل من تكاليف نقل السماد الأوروبي أو الأمريكي مما يساعد المنتجات العربية على المنافسة . كما أن زيادة الطلب العالمي على الأسمدة في الوقت الحاضر بعطى العسماد العربي فرصة لفزو الأسواق الافريقية في الوقسوية.

يتضح من ذلك أن مراكز الإنتاج من الأسمدة النتروجينية العربية مهياة لزيادة الالإنتاج بتوفر هذه العوامل غير أننا نشير إلى حاجة هذه المراكز إلى الخبرات التكنولوجية سواء فلى إنشاء هذه المصانع أو إدارتها وصبانتها أو في عمليات الإنتاج والمراقبة على مواصفات المواد المنتجة وتعتمد أغلب البلاد العربية المنتجة للأسمدة حتى الأن على استيراد هذه الخبرات من البلاد المتقدمة في هذا المجال.

إتجاهات استخدام الأسمدة في العالم:

أقبل العالم على استخدام الأسمدة الكيميانية إقبالا منزايدا فبعد أن كان المستهلك من الأسمدة - نتروجينية وفوسفورية وبوتاسية (معبرا عنها ن ، فو ، أه ،

بوب 1) سنة ١٩٣٨ – ١٩٣٩ نحو ٩,٢ مليون طن زاد في سنة ٧٠ – ١٩٧١ إلى ١٢٦,٥ مليون طن . وأغلب نحو ٢٨,٢ مليون طن وفي سنة ٨٠ – ١٩٨١ إلى ١٢٦,٥ مليون طن . وأغلب هذا الاستهلاك في البلاد المتقدمة أما البلاد النامية فكان استهلاكها سنة ٤٠ – ١٩٥٥ نحو ١,٤ مليون طن والمقدر للاستهلاك سنة ٧٠ – ١٩٧١ ألى ١٩٠٤ مليون طن والمقدر للاستهلاك سنة ٧٠ – ١٩٧١ نحو ١٩٠٤ مليون طن . أما الأسمدة النروجينية فقد زاد الاستهلاك الحالمي منها ١٩٠١ مليون طن . أما الأسمدة ١٩٥٠ إلى ٢٤,٢ مليون طن نيتروجين سنة ١٩٥٠ إلى ٢٤,٢ مليون طن نيتروجين سنة ١٩٥٠ إلى ١٩٨٠ مليون طن يبلغ سنة ١٩٥٠ مقدار ٤٠,٤٤ مليون طن وفي سنة ١٩٧٠ – مدول رقم (٣) .

جدول (٣) : الاستهلاك العالمي من الأسمدة النتروجينية - مليون طن

الاستهلاك	السنة	الاستهلاك	السلة
۲۸,۸۱	1979	10,7	1440
74,57	197+	9,75	19%
TT,Y.	1977	17,79	1970
٤٠،٤٤ تقديرى	1940	71,47	1471
		78,77	1974

Harre et al., 1970 & 1974.

فالاتجاه الواضح والمؤكد في استخدام الأسمدة هو زيادة الاستهلاك ويؤكد هذا الاتجاه في العالم النقلط الإتية :

 ١- ارتفاع أسعار العواد الغذائية الزراعية خصوصا القمح والأرز وقد ارتفعت أسعار القمح من نحو ٢٠-٨ دولار للطن إلى نحو ٢٦٠ دولار للطن (اتجهت الأسعار إلى الانخفاض منذ سنة ١٩٧٥ إلى نحو ١٧٠ دولار للطن) وهذا الارتفاع الشديد في أسعار القمح ونقص المخزون العالمي منه مع ترايد عدد السكان بدرجة كبيرة حفر مختلف بلاد العالم إلى شرائه ودفع البلاد المنتجة إلى محاولة زيادة الإنتاج فارتفعت معدلات استخدام الأسمدة في مساحات القمح الأصلية كما زادت المساحات القمحية في كثير من البلاد فزاد الطلب على السماد المعروض منه .

٢- تعمل الدول النامية وهي أصلا قليلة الاستهلاك من الأسمدة على زيادة استهلاكها منها لمواجهة زيادة السكان بها وحاجاتهم إلى مزيد من الغذاء وذلك بإقناع الزراع بها بأهمية دور السماد في زيادة الإنتاج واستزراع مسلحات جديدة بها ومن رأى (Harre, 1974) في هيئة وادى تنسى بالولايات المتحدة الأمريكية TVA أن محدل زيادة استخدام الأسمدة في البائد الفترة في الفترة قي الفترة قي الفترة قي الفترة قي الفترة في الهذاد المتقدمة (٥١) في نفس الفترة .

٣- انتشار زراعة أصناف القمح عالية الإنتاجية والأرز الغلينية وهي اصناف تحتاج إلى كميات كبيرة من الغنروجين حتى يمكن الحصول منها على طاقتها الإنتاجية العالية ونشير هنا إلى دراستنا لتحديد أوفق إضافة اقتصادية القمح المكسيكي Mexipack وبعض أصناف القمح المصرية فقد احتاج القمح المكسيكي إلى نحو ٨٠ كجم نتروجين الغدان (٢٠٠ كجم / هكتار) ليعطى ١٨ أردبا /الغدان (٣٠٠ كجم أهدان (١٠٠ - ١٥ كجم نرهكتار) لتتتج نحو ١٠٠٤ مقادير ٢٠٠ كجم فدان (١٠٠ - ١٥ كجم بالصنف والمنطقة الزراعية ولم يزد ابتاجها بزيادة السماد المضاف.

وعلى المستوى العربى يوضح الجدول رقم (٤) معدلات استهلاك البلاد العربية من الأسمدة ومن الواضح أن هذه المعدلات ضنيلة للغاية واحتمالات زيادة المقادير المستهلكة من الأسمدة خصوصا النيتروجينية احتمالات كبيرة للأسباب للتى سبق ذكرها .

جنول (٤) : معدلات استهلاك الأسمدة في البلاك العربية ١٩٧٠ — ١٩٧١ (كجم ن ، فو، أ ، ، بو، أ /مكتار)

141,4	مصر	٧,٣	العراق
٥,٠	ابييا	7,+	سوريا
1.,٧	تونس	۲,۱	الاردن
17,0	الجزائر	١٢٠,٨	لبنان
۱۲,٤	المغرب	۹,٤	السودان
		۵,۸۶	متوسط أمريكا
		139,3	الشمالية والوسطى

الأسمدة القوسقورية:

توجد محاجر صخر القوسفات الاباتايت في مصر وتونس والجزائر والمغرب والأردن ويزيد الإنتاج السنوى للبلاد العربية من صخر القوسفات عن ١٠ ملايين طن في السنة .

وتوجد هذه المحاجر في مصد في سفاجة والقصيير والسياعية وقد أتضح وجود كميات كبيرة أيضا في منطقة أبو طرطور بالواحـات . أنشئ مصنع سوير فوسفات الكلسيوم في كفر الزيات سنة ١٩٣٧ بطاقة إنتاجية قدرها ٣٥ ألف طن ثم ضوعفت هذه الطاقة في الخطة الخمسية الأولى للصناعة ، وتم سنة ١٩٧١ إنشاء مصنع أسيوط لإنتاج سوبر فوسفات مركز ومحبب ، وينتظر إنشاء المجمع الفوسفورى فى أسوان ، ويكاد يغطى إنتاج هذه المصانع احتياجات الزراعة المصرية من الأسعدة الفوسفورية . كما ينتظر أن تصبح مصد من الدول التى تصدر الفوسفات بكميات كبيرة بعد استخراج الفوسفات من أبو طرطور .

إما بخصوص الأسمدة البوتاسيومية ، فإن احتياجات مصر والبلاد العربية منها لازالت قليلة ، ولو أننا نثير إلى أن الأراضى المستصلحة خصوصا الرملية قد تحتاج إلى التسميد بالبوتاسيوم وكذا الحال بالنسبة إلى الحاصلات الدرنية والسكرية وكذا عند محاولة الحصول على مستويات عالية من الإنتاج بإضافة متادير كبيرة من الأسمدة النتروجينية والنوسفورية مما قد يستلزم إضافة أسمدة بوتاسيومية .

ومصر لا تحقوى مناجم أو ملاحات للبوتاسيوم حتى الأن (وقد يتغير الموقف إذا نفذ مشروع منخفض القطارة الذي يتبح مصدرا كبيرا للأملا في الملاح البوتاسيوم).

وأهم مصنادر أملاح البوتاسيوم في الحالم العربي هو البحر الميت ولو أن الإنتاج منه بالأردن لا يـزال مضطربا ، بينما تقوم إسرائيل باستغلاله وتصدير الانتاجها في السوق العالمية ويوجد اتجاه إلى نقل خام البوتاسيوم مسن الأردن وتصنيعه في مصر .

وقد ارتفعت الأمسعار العالمية للأسمدة ارتفاعا كبيرا في السنوات الأخيرة جاوز كل التوقعات فبلغ سعر الطن من اليوريا ١٩٦ دولار ومن نترات النشادر (٢٦,٥٪ ن) ٨٥ دولار وهو ما يعادل نحو ٤ أمثال الأسعار سنة ١٩٧٢ ، ولو أن أسعار الحاصلات الأساسية قد ارتفعت بنسبة أعلى من ارتفاع أسعار الأسمدة

معوقات صناعة الأسمدة في الوطن العربي :

- ١- التطور السريع في هذه الصناعة أدى إلى ضخامة حجم وحدات الإنتاج حتى تصبح اقتصادية قادرة على المنافسة وعلى سبيل المثال وحدة الإنتاج من الأمونيا بطاقة ١٠٠٠طن /يوم كانت اقتصادية في أوائل السيتينات لم تعد اقتصادية في السبعينات وزاد حجم الوحدة الاقتصادية إلى ٨٠٠-٨٠٠ طن/ يوم ، وقد زادت هذه الأرقام كثيرا في الثمانينات والتسعينات .
- ۲- إنشاء وحدات بهذه الضخامة يجب أن يعتمد على قاعدة من سوق محلية تستهلك جزءا كبيرا من إنتاجها مما يستلزم تخطيطا على مستوى الدول العربية مجتمعة لا على مستوى كل دولة على حدة .
- ٣- التطور التكنولوجي المربع في هذه الصناعة بهدد المصانع التي تنشأ بالبلاد
 العربية بأن تصبح قديمة التكنولوجيا بعد فترات قصيرة.
- ٤- يتتضى دراسة المشروعات دراسة مستفيضة واختبار مدى مرحلة التصنيع فقد يكون من الأوفق المعض البلاد الوقوف فى مرحلة التصنيع عند الأمونيا وتصديرها بدلا من إنتاج سماد تستخدم الأمونيا فى صناعته.
- ٥- يجب أن تراعى اتجاهات الصناعة العالمية ففى النتروجين تتجه الصناعة نحو زيادة التركيز وكذا الحال فى الفوسفور بإنتاج سوبر الفوسفات المركز . وكذا نتجه الصناعة العالمية نحو الأسمدة المركبة التى تحتوى على أكثر من عنصر سمادى و احد .

- ٦- يجب التخطيط لتدريب الكوادر المختلفة من الفنيين قبل بدء الإنتاج سواء في
 مراكز تدريب محلية أو إرسال الفنيين إلى المصانم المماثلة .
 - ٧- تعانى المصانع بالبلاد العربية من مشاكل الصيانة .
 - ٨- يجب أن تربط هذه المصانع بمعاهد البحوث حتى يمكن تطوير الإنتاج.
- ٩- تعتبر النواحى الإدارية ذات أهمية خاصة في الصناعات ومن الضرورى أن نتطور بصفة دائمة وأن تتوفر معاهد متخصصة للتدريب على الإدارة الحديثة.

وبينما تهدف در اسة الأسعدة والتسميد إلى معرفة موقف العناصر المغنية بهذه الأرض ويسرها للنبات ودارسة الأسمدة تزيدنا معرفة بالمغنيات الصناعية التى نضيفها للأرض لرفع مستوى خصوبتها .

 φ دول (٥) : الواردات والصادرات من النيتروجين N والفوسفات قو γ أ، والبوتاسيوم بو γ أثنى طن . لندول العربية γ 1947 – أثنى طن .

البوتاسيوم بو٠ أ		الفوسقات فو ٦ أم		النيتروجين N		الدولة
صادرات	واردات	صلارات	واردات	مبادرات	واردات	
	19,5		7 £. Y £	٧,٢	9,0	الجزائر
						البحرين
1	9,.5		٦٤,٤٠	7,00	77	مصر
			٠,١٨		1,94	جيبوت ي
1		77,77		٥,٠	71,1	العراق
1	1,47	18.,17	0,5.	37,07	A, £ .	الأردن
ł			٠,١٢	٣٣٠,٠	٠,٠٨	كطر
i				721,1		الكويت
ł	11,**		9,90	[14,+	أبتان
1	٤,١٠	ļ	0,70	179,7	44,.	ليبيا
ļ	۳۸,۷۰	C7,737	1	19,7.	72,1.	المغرب
	٧,٨	1			1,50	موريتانيا
1	٠,٩٢		19,44	Ì	12,1	اليمن الشمالي
	۰,۷۳	1		٠,٧٠	٧,٤٠	عمان
1		٣,٥	1,14.	177,	4.,0	السعودية
	۰,٧٥			۰,٧٥	٤,٩٠	الصومال
	1,70	}	۲۵, ۱		1,98	اليمن الجنوبي
	0,40	1		۱۳٫۸۰	17,7.	سوريا
	٧,٨	ļ	£77,A	AA, £+	47,4.	تونس
	1,1		1,0	14,2.	٧,٧	الامارت

المصدر : الاتحاد العربي لمنتجى الأسعة - في الكتاب السنوى للإحصاءات الزراعية -المنظمة العربية ، ص ص: ٣٠١ - ٣٠٣ (١٩٨٥) .

الباب الثاني



العناصر الضرورية لتغذية النبات

- (الأوكسيجين الكربون الهيدروجين النيتروجين -
- الفوسفور البوتاسيوم الكلسيوم المغنسيوم الكبريت –
- الحديد المنجنيز الزنك النحاس البورون -
 - الموليبننيوم الكلورين السليكون) .
 - ◊ الوظائف التي تؤديها العناصر في حياة النباتات

الباب الثاني

العناصر الضرورية لتغذية النبات

لا بوجد فارق كبير بين البروتوبلازم فى الخلية النباتية والخلية الحيوانية ولكن الحيوانات تعتمد فى غذاتها على حيواتات أخرى أو على نباتات حتى تستطيع أن تواصل حياتها فالحيوانات تعتمد عموما فى نهاية الأمر على المملكة النباتية إعتمادا كاملا ، ولكن بروتوبلازم الخلية النباتية يستطيع أن يعيش مستقلا عن أى مصدر حى آخر أى أنه لا يستمد غذاءه من بروتوبلازم نباتى أو حيوانى لذر فكل ما تحتاج إليه النباتات الخضراء هو مصدر من الماء وثانى أوكسيد الكربون وبعض العناصر المعدنية فتعيش فى الضوء مستقلة تماماً .

وأتضع من ذلك أن " المواد الأولية " التي يستعملها النبات في صناعة أنسجته تلعب دوراً حيوياً سواء في حياة النبات أو حياة الأحياء جميعا ، وأصبحت دراسة هذه المواد الأولية وكيف تؤدى دورها الخطير ذلت أهمية كبرى لكل من يعملون في الإنتاج النباتي .

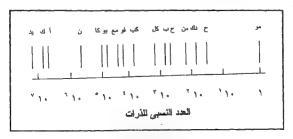
وإذا إتخذنا من الذرة مثلاً لما تحتاجه النباتات في نموها من العناصر المعنية فإننا نجد أن محصول فدان واحد من الذرة الناجح الذي يعطى حوالى ٢٠ أردبا من حبوب الذرة قد أنتج الآتي :

۲۰۰۰ کجم من الأحطاب ، ۲۸۰۰ کجم من حبوب الذرة . ۲۰۰۰ کجم من (القوالح) ، ۲۵۰۰ کجم من الجذور .

وأستعمل في إنتاج هذه المواد المقادير الأتية :

الماء حوالي	۰، ۱۵۰۰		الكبريت	۱۰ کجم
الأوكسيجين حوالي	۳۰۰۰ کچم	4	الحديد	1 کجم
الكربون	۲۵۰۰ کجم	6	المنجنيز	۱,۱۰ کچم
الهيدروجين		6	الزنك	
النيتروجين	۳۰ کجم	4	النحاس	
الفوسفور	۱۰ کجم	6	البورون	
البوتاسيوم	٥٠ کچم	6	المولييدنيوم	
الكلسيوم	۱۷ کچم	6	الكلورين	
المغنسيوم	۱۵ کچم	6	السليكون	

تضاف إليها مقادير صغيرة من البورون والكلوريـن والزنـك والنحـاس والموليبنيوم - (شكل ١).



شكل (1): العدد الثميني لقرات العناصر الضرورية في البرسيم المجازي في طور الأزهار معبراً عنها لوغاريتمياً (F.G. Viets, 1965)

ويتكون معظم جسم النبات من العناصر التى تدخل فى البناء الضوئى أى الكربون والهيدروجين والأوكسجين مع النتروجين والفوسفور فجدر الخلايا التى يتكون منها هيكل النبات تتكون أساسيا من الكربون والهيدروجين والأوكسجين ويتكون المبروتين أساسيا من الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والفوسفور .

وقد أوضح ليبج Liebig ومن تبعوه أهمية عدد من العناصر في تغذية النبات وقد أتضح من كثير من الدراسات التي بنيت على التجربة العملية أن النباتات تمتص العناصر المعدنية الموجودة في منطقة الجذور دون تمييز الضروري ملها وغير الضروري لحياة النبات وأوضح مثل لذلك عناصر المعليكون والصوديوم والألومنيوم.

أوضع أرنون Amon وجوب توفر النقط الثلاث الأتية حتى يمكن إعتبــار ر عنصـرا ما ضروري للنبات المختبر :

- ١- أن غياب العنصر يجعل استكمال النبات لطوره الخضرى أو الثمرى متعذرا .
- ٢- أن مظاهر نقص هذا العنصر المختبر يمكن منعها من الظهور أصلا أو
 علاجها بمد النبات بهذا العنصر وليس بعامل آخر.
- آن العنصر ذو دور مباشر في تغذية النبات وليس عن طريق غير مباشر مثل تأثيره على الأحياء الدقيقة أو الظروف الكيميائية بالأرض أو بالوسط الذي ينمو فيه النبات.

الوظائف التي تؤديها العناصر الممتصة في حياة النبات

ونوجز فيما يلى الدور الذي يؤديه كل عنصر من العناصر الضرورية تلنبـات والأضرار التي تنتج له عند نقص أحدها .

١ – الأكسيجين * :

يكفى أن تشير إلى عملية التنفس وما يرتبط بها من أكسدة وإخترال لنعرف الدور الحيوى للأكسيجين في النبات كما أنه يتحد مع الكثير من العناصر الأخرى لتتكون المواد العضوية والأكاسيد والواقع أنه يندر أن نتذكر أن الأكسيجين يكون حوالى ٥٠٪ من المادة الجافة التي ينتجها النبات .

الأكسيجين عنصر أساسى وضرورى لحياة النباتات والأكسيجين هو العنصر الذي يمتصه النبات من الجو فى عملية النتفس الهوائى وينطلق من النبات غاز ثانى أكسيد الكربون فالتنفس الهوائى يحدث على حساب الأكسجين الجوى .

وثمة نوع آخر من التنفس هو التنفس اللاهواني وهو التنفس الذي يحدث دون الحاجة إلى الأكسجين الجوى ولكنه يحدث في وجود الأكسيجين والفرق الأساسي بين نوعي التنفس (الهوائي واللاهوائي) هو أن الأكسيجين الجوى يشترك كمادة متفاعلة في بعض مراحل عملية التنفس الهوائي ولكنه لا يشترك في أية مرحلة عندما يكون التنفس لا هوائيا خالصاً .

وعندما يذكر لفظ التنفس دون تحديد فإن التنفس الهوائي يكون هو المقصود ويمكن تمثيل التنفس بالمعادلة الإتية :

^{*} لمزيد من المعلومات عن موضوع النتفس يعكن الرجوع إلى كتاب نصيولوجيا النبات لعابير وأندرسون أو غيره من كتب نصيولوجيا النبات .

ك, يدرر أر + ٦ أر → ٦ك أر + ٦ يدرأ + ١٧٣ كجم سعر الطاقة

وقيمة ٣٧٣ كجم سعر بنيت على أساس أن الجلوكوز هو السكر الرئيسى الذى أستعمل فى الأكمدة إلا أن كمية الطاقة التي تنتج من أكسدة السكر الأخرى تختلف قليلا عن هذه القيمة .

ونلاحظ أن هذه المعادلة هي عكس معادلة البناء الضوئي تماما وكمية الطاقة اللازمة لبناء جزئ واحد من سكر الهكسوز هي نفس كمية الطاقة التي تنتج عند أكسدته في البتفس . كما أننا نلاحظ أنه طبقا لقانون أفوجادرو الذي ينص على أن الأوزان الجزئية المتساوية من الغازات تشغل نفس العجم فإن حجم الأكسجين المستهلك عند أكسدة الهكسوز تساوى حجم ك أب المنبحث .

والطاقة الناتجة قد لا تنبعث على صورة حرارة ولكنها تأخذ صوراً أخرى وأمم ما تستعمل فيه هذه الطاقة في الخلابا الحديثة هو استخدامها في عمليات بنائية خاصة مثل بناء الأحماض الدهنية والأمينية والجلسرول والاسبتالدهايد وفي جميع هذه التفاعلات تكون الطاقة القابلة للاتبعاث من بعض نواتج التفاعل أكبر من التي تنتج من كبية مكافئة جزئيا من الهكسوز أي أنه في هذه العمليات البنائية تتحول الطاقة الكيميائية بواسطة أكسدة جزينات خاصة من الهكسوزات أو مشتقاتها اليي جزينات أخرى فتصبح الأخيرة مشحونة بالطاقة الكيميائية وتكون هذه الجابت الهامة في النبات .

ويفوق معدل البناء الضوئي معدل التنفس في الأوراق والأنسجة الكلورفيلية أثناء ساعات النهار ففي الذرة على سبيل المثال يكون معدل البناء الضوئي أثناء ساعات النهار في المتوسط حوالي ثمانية أمثال معدل التنفس ويعاد إستعمال ثانى أكسيد الكربون الناتج من التنفس فى البناء الضوئى بواسطة الخلايا . ولما كانت عملية البناء الضوئى تحدث بسرعة أكبر من التنفس فإن مزيدا من ك الم تستمر فى الانتشار إلى داخل النبات من البيئة الخارجية وبالمثل ينتج من البناء الضوئى أكسجين اكثر مما يلزم للتنفس وينتشر الفائض منه إلى خارج النبات فى ساعات النهار مادامت الظروف ملائمة للبناء الضوئى .

تتواجد حركة من ك أر إلى داخل الأجزاء الخضسراء وفقد الأكمسجين ، وتتعكس هذه الحالة في الليل أي في الظلام فيتحرك الأوكسجين إلى الأجزاء الخضراء من النبات يخرج منها ك أر .

وعادة يكون أعلى قيمة لتبادل الغازات المادث من العضو الأخصر من النبات وبينته في غياب الضوء أقل من تلك التي تحدث غالبا في وجوده ولكن في الابتجاه المعتاد ومن الضروري أن تتولجد شدة إضاءة معينة يتساوي عندها معدل البناء الضوئي مع معدل التنفس في الوزن أو العضو الأخضر وعند هذه الدرجة من الإضاءة التي تسمى نقطة التعويض يكون حجم ك أب الناتج من التنفس مساويا للاكسيين ويطلق على نسبة حجم ك أب المنبعث إلى حجم أب الممتص في عملية التنفس أو معامل التنفس وفي حالة الأكسدة الكاملة للهكسوز في المعادلة السابقة بكون:

ويتأثر معدل التنفس بعدد من العوامل الداخلية والخارجية منها : السيانيدات تثبط التنفس الهوائي ولكنها لا تثبط التنفس اللاهوائي في بعض الأنسجة النباتية كما يتــأثر التنفس أيضا بـالبروتويلازم ، درجـة الـــرارة ، المــادة الغذانيــة و غيرها من المؤثراتِ .

٢ - الكريون:

تبنى النباتات أجسامها باستعمال ثانى أوكسيد الكربون الجوى بعملية البناء الضوئى ويحتوى الهواء الجوى على حوالى ٢٠,٠٣٪ ثانى أوكسيد الكربون ولذلك يجب أن يستعمل النبات كميات ضخمة من الهواء حتى يحصل على حاجته من ثانى أوكسيد الكربون ويعتقد أن زيادة نسبة ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء المحيط بالنبات عما هى فى الجو تسرع نمو النباتات (وقد بذلت محاولات لزيادة نسبة ثانى أوكسيد الكربون فى حقول الذرة باستعمال مكعبات من ثانى أوكسيد الكربون المجمد) . .

وقامت نجوى شحاته وزملاؤها (۱۹۸۰) بدراسة لأثر إضافة ثانى أوكسيد الكربون إلى الجو المحيط بالنباتات فى phyto trone وهو غرفة ذات هواء معروف التركيب وتسمح بإدخال ك أ، بمقدار معروف وذو إضاءة محددة القوة وهذه الغرفة (الصندوق) مقسم إلى ثلاث غرف منفصله عن بعضها انفصالا محكما واستخدمت غرفتان للمعاملة بثانى أوكسيد الكربون أما الغرفة الثالثة فكانت للمقارنة (Control) وأستخدمت غرفتا ك أ، مرتين وفى المرة الأولى كان تركيز ك أ، ٥٠٠ و ٥٠٠ اجزء/مليون وفى المرة الثانية (مكررة) كان تركيز ك أ، ٥٠٠ و و ٥٠٠ اجزء/مليون كما كرر الكونترول أيضا مرتين .

وصبطت شدة الضوء على النباتات بحيث يكون ١٦٠٠٠ لكس (Lux) من ضوء أبيض الفلورسنت ولكل قسم ٥٣٣٣ لكس وكان طول النهار ١٩٥٨ المساعة ودرجة الحرارة $^{\circ}$ م في النهار و $^{\circ}$ م في النهار و $^{\circ}$ م نهار أو $^{\circ}$ كا، نهار أو $^{\circ}$ كا، نهار أو $^{\circ}$ كا، نهار أو $^{\circ}$

ومعاملات ¿CO : ٥٠٠ و ٧٥٠ و ١٠٠٠ وفي الكونترول ٣٠٠جزء/مليـون و هه تركيز ك أبر العادي في الهواء الجوي .

وأمكن الحصول على تركيزات ك أبا من Carbon ice مع ضغط ك أبا عند - ٥٠٧٨م .

وحصلوا على النتائج الأتية :

- ١- لم تؤثر معاملات ك ا، على نمو نباتات الذرة غير المعاملة بالنتروجين (الكونترول) غير أنه قد زاد معنويا عند إضافة النتروجين .
- ٢- زاد وزن نباتات فول الصويا الجافة وكذا زادت مظاهر النمو الأخرى فى
 معاملة ك أ، وبغير إضافة نيتروجين .
- ۳- النسبة المنويسة ومقدار النيتروجين الذي أمتصه فول الصويها زادت بزيهادة المعاملة ك أب ولو بدون إضافة نيتروجين مما يدل على أن تثبيت النيتروجين المجوى واستخدام النيتروجين المضاف قد زاد باستخدام ك أب .

ويستخدم ك أ، في عملية البناء الضوئي لينتج كربو هيدرات :

ويذكر عادة أن سكر الهكسوز هو الكربوهيـدرات الـذى يتكـون نتيجــة البنــاء الضونى ولو أن هذا غير موكد .

ويحدث البناء الضوئى فى النبائـــات فى الأوراق وتركيبها الدقيق وإحتواؤها على الكاوروفيل وتواجد ممرات بين خلاياها تجعل تأثر كل خليــة بــالجو الداخلــى للورقة شديدا .

ونواتج البناء الضوئي هي بصفة عامة الكربوهيدرات والأكسيجين وينتشر الاكسيجين بين الخلايا المستخدم في عملية التنفس.

٣- الهيدروجين:

يأخذ النبات الهيدروجين في صورة ماء ودور الماء في حياة النبات معروف وكذا يدخل الهيدروجين في تركيب كثير من مركبات النبات الكربوهيـدرات والدهون والبروتينات .

النيتروجين :

تمتص جذور النبات النتروجين في صورتين أساسيتين هما النترات والنشادر (قد تمتص الجذور بعض الصور الأخرى) وتتصول هذه إلى أحماض أمينية مختلفة بعد اختزال النترات إلى نشادر ثم بروتينات ويحتاج النبات إلى كميات كبيرة من النتروجين ولذا فإن نقصه كثير الشيوع كما أنه من العناصر التي تضاف إلى الأرض في صورة أسمدة بكميات كبيرة.

وأهم الأعراض التي تظهر على أغلب النباتات عند نقص النتروجين هي نقص اللون الأخضر في أوراقها وقد يزيد ذلك حتى الأصفرار الكامل وسقوط الأوراق السفلي .

أما عند وجود كميات زائدة منه عن إحتياجات النبات فإن لون الأوراق يصبح أخضر غامق وتضعف سيقان النبات ويزداد نموه الخضرى .

النيتروجين مكون أساسي للبروتين وعلاوة على البروتينات فإن النبات يحتوى على أنواع أخرى من المركبات النتروجينية العضوية التى تؤدى أدوارا هامة فى الأرض (التمثيل الغذائي).

تتركب البروتينات من كربون (٥٠-٥٠٪) وهيدروجين (٧٪) ونيـتروجين (١٦--١٦٪) (٢٠-٠٥٪) . ويعتبر النيتروجين ضمن تركيب البروتين الحيواني الذى لا يدخل الكبريت ضمن تركيبه ، يوجد هذا العنصر فى معظم البروتينات النباتية بنسبة لا تزيد عن ٢٪ من مجموع مكونات جزئ البروتين ، ويعتبر الفوسفور أيضا من العناصر الرئيسية التى تدخل فى تركيب أنواع من البروتينات النباتية .

والنسبة المنوية للعناصر المكونة للبروتين لا تدل على تركيب جزيناته أو حجمها اذا قدرت بمعظم جزينات المركبات الأخرى فقد يصل الوزن الجزيئي لأصغر البروتينات حجما نحو ١٧٦٠ في حين يصل الوزن الجزيئي لأكثرها تعددا إلى عدة ملايين وقد ادت التقديرات التي أجريت بطريقة القوة الطاردة المركزية العالية إلى إمكانية تقسيم البروتينات حسب وزنها الجزيئي إلى عدة مجموعات وأقسام:

المجموعة الأولى ذات وزن جزيئي نحو ١٧٦٠٠ - ٢٥٢٠٠ الثانية ذات وزن جزيئي نحو ٢ × ١٧٦٠٠ - ٣٥٢٠٠ الثالثة ٤ × ١٧٦٠٠ - ١٧٤٠٠ الرابعة ٢ × ١٧٦٠٠ - ١٠٥٠٠ الرابعة

وأدت نتاتج تـقـدير الوزن الجزيئي للبروتينات بطـرق التحليـل الكيميـاتي إلـى إقتراح تقسيمها إلى عدة أقسام .

إستنتج بوجمان ونيمان (١٩٣٨) أن البروتينات تـ تركب مـن ٢٨٨ أو مضاعفاتها من وحدات نسبية هى الأحماض الأمينية وتقسم البروتينات إلـى مجموعات على الوحدات الأساسية التى تكون الجزيىء أكثر من إعتماده على الوزن الجزيئي نفسه . وهذا الرأي في تكوين البروتينات لا يعارض تقسيم البروتينات حسب وزنها الجزيئي الذي أشرنا إليه مسبقا . وبالرغم من أن اقتراح تقسيم البروتينات طبيعيا إلى عدة مجموعات طبقاً للوزن الجزيئي لها قد صادفت قبولاً حسنا فإنه قد تعرض أيضا لنقد خطير (بول ١٩٤١) وعلى أي حال فقد أجمعت القرائن على أن الأوزان الجزئية للبروتينات عالية جدا تشمل نطاقا واسعا من القيم .

ويجب ألا يفهم من الحجم التقريبي الكبير لجزيئات البروتينات أنها عبارة عن تجمعات لذرات أو مجموعات ذرية بدون نظام تركيبي محدد فقد أشارت نتائج الدراسة بالأشعة السينية (أشعة ×) وغيرها من الطرق العلمية إلى الدرجة العظمي إلى تركيب جزيئ البروتين إذ يبنى كل نوع من البروتينات على نظام هندسي ثابت يظهر أهمية كل ذرة في إتمام تركيب الجزييء . وتعزى كثير من الخواص الهامة للبروتينات إلى وجود مثل هذا النظام المحدد لترتيب الذرات داخل جزيىء . البروتينات الدرات داخل جزيىء البروتينات الله عبد المدروتين .

وأغلب المعلومات عن تركيب جزينات البروتينات ترجع إلى دراسة نتاتج تحليل هذه المركبات مائيسا والذي يتم عادة بمعالجة هذه المركبات بالقلوبات أو الأحماض أو الخماش المناسبة حيث يكون دائما نتيجة للاتحلال المائي لأي بروتين خليط من الأحماض الأمينية أما أثناء عملية التحليل المائي فتظهر عدة أنواع من المركبات التي تعتبر من حيث تنفيذ تركيبها وسطا بين البروتين والأحماض الأمننة:

بروتینات ﴾ بروتیوزات ﴾ بیوتونات ﴾ بیتیدات عدیدة ﴾ ببتیدات تثانیة ﴾ أحماض أمینیة

من ذلك يتضع أن الأحماض الأمينية هي الوحداث التركيبية التي تتكون منها البر وتينات والنواتج الوسطية لتحليلها والتي تخلقها الضلايا الحية لذا تعتبر دراسة

الخواص الكيميانية وطرق تخليق الأحماض الأمينيـة أمراً ضروريـاً قبـل مناقشـة البروتينات بالتفصيل .

إمتصاص المواد النيتروجينية في الأرض:

لم تثبت قدرة النباتات الخضراء على استخدام النيتروجين الجوى لتخليق المركبات العضوية التي تحتوى على نيتروجين وبالتالي فإن المصدر الوحيد للنيتروجين لجميع النباتات الخضراء ذات الجذور هو المركبات النيتروجينية التي تمتص من الأرض ولهذه النباتات القدرة على استخدام أربعة أنواع من المركبات النبتروجينية كمصدر النيتروجين:

النتراث
 النتراث
 أملاح الأمونيوم
 أملاح الأمونيوم
 أملاح الأمونيوم

والمعتقد أن آلية امتصاص المركبات النيتروجينية الأيونية تشبه أساسيا ما يحدث فى دخول الأيونات الأخرى كما يمكن لاتواع عديدة من النباتات إمتصماص النترات ضد ممال التركيز .

وتمتص كثير من النباتات معظم النيتروجين اللازم لها على هيئة نترات وبالرغم من ذلك فإن النباتات التى تقوم بالتمثيل الكلوروفيلى طبيعيا تحتوى على كميات قليلة من النترات وذلك لاخترال النيتروجين الموجود فى النترات إلى صور أخرى بسرعة توازى تقريبا سرعة دخول هذا الأيون إلى النبات . ولكن فى بعض الأحوال الخاصة تجمع النباتات مقادير كبيرة من النترات داخل أنسجتها دون أن تضر النبات .

ويتع هذا التراكم استخدامها فيما بعد فى الأيض النيتروجيني وفى بعض الأحيان تظهر أعراض نقص النيتروجين الحادة على النياتات رغم احتوائها على مقادير كبيرة من النترات ذلك لأن ظروف الأيض رغم قدرة النياتات على امتصاص النترات لم تصاعد على استخدام هذه الفترات فى تكوين المركبات النيتررجينية العضوية .

وأول خطوات انتفاع النباتات بالنترات الممتصمة هو اختزالها إلى نتريتات وعلى هذا فمن المحتمل استخدام النتريتات كمصدر النيتروجين اللازم النبات وقد ثبت هذا الفرض فعلا عن طريق تجارب المزارع المانية ولكن النتريتات لم تكن مصدرا مهما لنيتروجين النبات في الطبيعة أو نادراً ما تكون .

وتوجد أنواع عديدة من النباتات يصل مستوى ازدهارها في الظروف الملائمة للنمو في المزارع الرملية أو المائية المزودة بأملاح الأمونيوم محمصدر للنيكروجين للي نفس المستوى أو أفضل لو زودت بأملاح النترات وذلك لأن النيكروجين في مركبات الأمونيوم (النشادر) موجود في أعلى درجاته الاختزالية الذي يشبه إلى حد كبير النيكروجين في الأحماض الأمينية والمركبات المقاربة لها . ويحتمل أن تكون المركبات الأمونيومية هي الصورة الأساسية التي يوجد عليها النيكروجين متاحا للنبائات في بعض أنواع خاصة من الأراضى كما في الأراضى الخامضية في المناطق المناطق الجنوبية من الولايات المناطق الجنوبية من الولايات الممانية وكثير من الأراضى على قليل من النترات وعلى كميات كبيرة من مركبات الأمونيوم .

وفى متابعة أكرمون (١٩٢٤) لخطوات اختر ال النترات فى نباتـات الطمـاطم بواسطة التحليل الكيميائي الدقيق على الوجه التالي : شنلت نباتات الطماطم سريعة النمو من الأرض إلى رمل الكوارتز حين وصل طولها ٨ بوصة ثم رويت بمحاليل ينقصها المركبات النيتروجينية حتى ظهر كيميائيا أن أنسجة النباتات لا تحتوى نثرات أو نتريت أو أمونيا أو أحماض أمينية رعم احتوانها على كميات كيرة من الكربوهيدرات ثم أضيف نترات الكالسيوم إلى الرمل فامتصت النباتات أيونات النبترات بسرعة وأمكن الكشف عنها في جميع أجزاء النبات في مدى ٢٤ ساعة ثم ظهرت النتريتات بكميات ملموسة في أطراف السيقان وبعض الأسجة بعد مضى ٣٤ ساعة كما أمكن الكشف عن أثار قليلة من الامونيا بعد ٤٨ ساعة ولوحظ نقص واضح في تركيز النتريت في حين زاد المحتوى الأمونيومي داخل النبات وظهرت كميات قليلة من الاسباراجين ثم ثبت وجود كميات وفيرة من الأحماض الأمينية في أنسجة النبات بعد مرور ٣-٥ أيام من إضافة النترات إلى التربة و استمرت زيادة هذه الأحماض داخل أنسجة النبات لمدة ٣ أسابيع وقد لوحظ نقص واضح في المحتوى الكربوهيدراتي للخلايا النبات كمدة ٣ أسابيع وقد لوحظ نقص واضح في المحتوى الكربوهيدراتي للخلايا

وتؤثر الحرارة تأثيراً واضحا على قدرة النبات على اخترال النترات ففى نبات الطماطم مثلا وبرغم سرعة امتصماص النترات فبان عملية اختزالها وتخليق المركبات العضوية الأزوتية تتم ببطىء شديد فى درجة ١٣٥م أما فى حالة درجة ٢١٥م فإن عمليتي امتصاص واختزال النترات تتمان بسرعة كبيرة (مارتنجال، ١٩٣٣م).

تخليق الأحماض الأمينية:

من المعادلات الكيميائية للأحماض الأمينية تظهر أحماض تحتوى على كميات كبيرة من الكربون والهيدروجين بالنسبة الذيتروجين فتمثل المكونات غير النيتروجينية وأهمها الكربون والأكسيجين والهيدروجين حوالي ٨٥٪ من وزن جزئ الحامض الأميني وعلى هذا فالثابت أن تخليق الأحماض الأمينية لا يتم بدون إمدادات وفيرة من المركبات الكربونية علاوة على مصدر للنيتروجين في صورة كيميانية ملائمة وتتصل هذه العمليات اتصالا وثيقا بعمليات الاختزال التي أشرنا إليها .

وحامض الجلوتاميك من الأحماض الأمينية التى تلعب دورا أساسيا فى الأيض النيتروجيني لكل من النبات والحيوان فإذا مدت نباتات الطماطم بكبريتات الأيض النيتروجيني لكل من النبات والحيوان فإذا مدت نباتات الطماطم بكبريتات كميات كبيرة من النيتروجين التقيل (١٠) فى صورة حامض جلوتاميك من أى حامض أميني آخر (مال فيكادو بوربر ١٩٤٨) وهذا يدل على المعدل السريع لتخليق هذا الحامض أو على المعدل السريع لتبادل الأمونيوم بين المركبات الأخرى أو كلتا العمليتين .

إخترال النترات:

يوجد النيتروجين في النترات في أعلى درجات التأكسد بينما الأحماض الأمنية توجد في أُعلى درجات الاختزال فاختزال النيتروجين هو إحدى الخطوات الأساسية في تكوين الأحماض الأمينية والمركبات العضوية النيتروجينية في حالة ما تكون النترات هي مصدر النيتروجين .

آلية اختزال النترات :

أ- هذه الآلية تحدث في الجذور أو الأعضاء الخضراء ويستمد الطاقة اللازمة
 من النتفس الهوائي للكربوهيدرات وأولى الخطوات الناتجة هي تكون النتربت
 ثم تختزل النتريت إلى أمونيا مع خطوة وسطية هي تكون حامص

الهيبيوننتروز والهيدروكسيل أمين ثم نتضم الأمونيـا إلـى جزيئـات الأحمـاض الأمينية .

ب- تحدث هذه الآلية في الأوراق وخاصة الصغيرة فعملية اخترال النترات في
 هذه الحالة تتم بخطوات ينشطها الضوء.

دراسة بورشتروم (۱۹٤۳–۱۹٤٥) :

أوضحت هذه الدراسة كما أوردها ماير واندرسون وآخرون (190٠) أن اخترال النترات في الأوراق الصغيرة لنبات القمح أن هذه العملية ذات صلة وثيقة باخترال النترات في عملية البناء الضوتي وأن الضوء هو منبع الطاقة ولما لم يلاحظ اخترال النترات في أوراق القمح المعرضة للظلام حتى في ظروف تساعد على اتمام الاخترال إقترح أنه من الجائز أن النترات تخترل في الأوراق إلى مركب مؤقت سرعان ما يتحد مع النواتج البينية للبناء الضوئي مكونة الأحماض الأمينية أو مواد نتروجينية عضوية مقاربة لها فالطاقة الناتجة من عملية التنفس تستخدم في عمليات النترات .

دراسات أكرسون (۱۹۲٤):

تابع أكرسون خطوات اخترال النترات فى نباتات الطماطم بواسطة التحليل الكيمياتي فشتلت نباتات الطماطم سريعة النمو من التربة إلى الرمل الكوارتز حين وصل طولها ٨ بوصة (٢٠سم) ثم رويت النباتات بمحاليل ينقصها مركبات النيتروجين حتى ظهر كيميانيا أن أنسجة النباتات لا تحتوى ننرات أو نتريت أو أمونيا أو أحماض أمينية رغم احتوائها على كربوهيدرات ثم أضيفت نسترات الكلسيوم إلى الرمل فأمتصت النباتات أيونات النترات بسرعة وأمكن الكشف عتها فى جميع أجزاء النبات فى ٢٤ ساعة ثم ظهرت النتريت بكميات ملموسة فى أمكن الكشف

عن آثار من الأمونها أما بعد ٤٨ ساعة فقد لوحظ نقص واضع في تركيز النتريت وزاد المحتوى الأمونيومي في داخل النبات وظهرت كميات قليلة من الاسبر اجين ثم ثبت وجود كميات وفيرة من الأحماض الأمينية في أنسجة النبات بعد مرور ٣-٥ أيام من إضافة النترات إلى التربة وأستمرت زيادة الأحماض الأمينية داخل أنسجة النباتات لمدة ٣ أسابيع .

تكون الأحماض الأمينية:

تتكون الأحماض الأمينية من كميات كبيرة من الكربون والهيدروجين وكميات الله نتكون الأحماض الأمونية من كميات كبيرة من النتروجين (المكونات غير النيتروجينية) نحو ٨٨٪ من وزن جزئ الحماض الأميني وبالتسالي فتكون الأحماض الأمينية لإيتم بدون كميات وفيرة من المركبات الكربونية بالإضافة السي مصدر نيتروجيني في صورة كيميائية ملائمة .

وكمثال لذلك تذكر أن حامض الجلوتاميك من الأحماض الأمينية ذات الأهمية في عمليات الأيض النيتروجيني في النبات والحيوان .

في حالة النباتات : .

إذا عددت نباتات. الطماطم بكيريتات الأمونيوم تحتوى النتروجين النظير 10 فسوف تظهر خلال ١٢ ساعة كميات هامة من النيتروجين 10 في صورة حامض جلوت اميك أو أي حامض أميني آخر (فيكار و بوريس، ١٩٤٨) مما يدل على المعدل السريع لتكون هذا الحامض أو على المعدل السريع لتبادل الأمونيوم مع المركبات الأخرى أو العمليتين معا ويحتمل تكون حامض جلوت اميك في خلايا النبات نتيجة التفاعل بين الأمونيوم الناتجة عن اخترال السترات وحامض الفاكيتو جلوتاريك الناتج من الدورة ثلاثية الكربوكسيل (تراى كربوكسيليك) كما

ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید ا اید نید ۲ ا اید ا اید ا اید ۱ اید ۲ ا اید ۱ اید ۲ ا اید ۱ اید ۲ ا اید ۱ اید اید ۱ اید اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید اید ۱ اید ۱ اید ۱ اید

ويتم هذا التفاعل بمساعدة انزيم داى هدروجيني الجلوتاميك مع ثناتي فوسفور بيريدين نيوكلوريد كمرافق للانزيم الذى يوجد فى معظم النباتات ويعتبر هذا التفاعل من نوع تكون الأمين الاختزالي reductive amination ومن الجائز أيضا اعتبار تكوين حامض الاسبارتيك من الاكسال خليك والاتبن من حامض البيروفيك عن طريق تفاعلات مماثلة ولكن الدليل القاطع على تكوين هذه الأحماض عن طريق تكوين الأمين بالاختزال reductive amination ليس قويا وتوجد علاقة وثيقة بين تكوين بعض الأحماض الأمينية وأبيض الأحماض المعشوية وعملية التنفس الهوائي .

فيمكن اعتبار تحويل حامض الفاكينو جلوتاريك إلى حامض جاوتاميك وغيره من التفاعلات التي تحدث في النبات على أنها تفاعلات جانبية للدورة الأثنية للكربوكسيليك .

وتوجد أدلسة كثيرة تثبت أن بعض الأحماض الأمينيسة قد نشأت من النفل الأميني وهو تفاعل تتنقل فيه مجموعة الأمين من أحد الجزينات إلى آخر ويبين ذلك المثال التالى:

ويتم التفاعل مع عامل مساحد هو إنزيم الترانز امينز أو نافل الأمين الموجود موزعا في النباتات الراقية وتوجد دراسات تثبت بناء الأحماض الأمينية الأثين وفينل الأمين وليوسين وحامض أسبارتك في النبات عن طريق تضاعلات النفل الأميني Trans aminase وللبناء الضوئي صلة وثيقة باختزال النترات وتخليق الأحماض الأمينية في الأوراق الخضراء.

دراسات بیشوب کانفین (۱۹۵۰) :

أجريت على نباتات خضراء معرضة الضوء فامتصت ك أ. يحتوى كربون مشع ثم بعد فترة قصيرة من التعرض للضوء ظهر هذا الكربون فى مركب الانيس وغيره من الأحماض الأمينية ذات الصلة بالبناء الضوئي .

وقد يرجع تكوين الأحماض الأمينية الموجودة بالخلايا النباتية إلى التحولات الكيميائية للاميدات الحامضية أو أي مركبات نيتروجينية أخرى أو يرجع السى الحلال البروتينات فقد لوحظ وجود عدد من الخمائر الهاضمة للبروتين فى خلابا النبات وهى الزيمات تحلل البروتين تحليلا مائيا إلى أحماض أمينية أو نواتج

وسطية للاتحلال البروتينى وأهم هذه الخمائر انزيم البابايين ويستخرج من ثمار شجرة الباباز الاستوائي وانزيم البروميلين الذى يستخرج من ثمار الأتاناس وبعض الاقراد الأخرى من الفصيلة البروميلية وقد عرفت مقدرة الباباين على هضم البروتين منذ فترة طويلة .

تكُون البروتينات :

يتميز كل نوع نباتي أو حيواني بانواع خاصة من البروتينات لا تتوفر في نوع آخر ويتطلب هذا تواجد عدد ضخم من البروتينات والمعروف أن الأحماض الأمينية تتكفف بطرق لاحصر لها لتكون البروتينات.

وقوبلت نظرية فيشر* فى تكون البروتينات من ترتيب الأحماض الأمينية داخل جزى البروتين بالقبول إلا أنها ليست التفسير الوحيد لتكون البروتينات فيعض جزيئات البروتين لها قدرة على مضاعفة نفسها كاملة مرة بعد مرة داخل الخلية الواحدة مما يشير إلى أن النظام الجزئي لأي بروتين قد يصبح نموذجا أو طبعة (أكلاشية) تبنى على أساسها جزيئات أخرى من نفس البروتين فإذا صار احد البروتينات نموذجا يخلق على أساسه جزيئا بروتينيا أخر فمن المحتمل أن بعض الوحدات قد تتجمع مع بعضها .

يحتوى البينتايد الثنائي الناتج عن تكاثف جزيئين من الأحماض الأمينية على مجموعة أمينية وأخرى كربوكسيلية يمكن لكل منهما أن يتكثف مع أحماض أمينية أخرى ويمكن القول بوجه عام أن البيئيدات العديدة والبيئونات والسبروتيوذات وأخيراً البروتينات عيارة عن مركبات تكونت نتيجة لتكاثف أعداد أكبر وأكبر من جزيئات الأحماض الأمينية وقد يحتاج الأمر على الأقبل إلى عدة منات مسن الأمينية ليناء جزي واحد من البروتين .

^{*} كان نيل فيشر أول من أتقرح نظرية تكثيف جزينات الأحماض الأمينية لتكوين جزيى، البروتين .

وبالرغم أن الظواهر تشير إلى أن تكاثف الأحماض, الأمينية يكون البروتينات فقد ثبت بالأدلمة غير المباشرة الستراك أليات أخرى مثل الفسفرة في تكويسن البروتينات .

ه - القوسقور:

يوجد القوسفور كأحد مكونات الأحصاض النووية وكجزء من الدهون والفوسفوليبيد Phospholipids التي يعتقد أنها تلعب دورا هاما في بناء الغشاء الخلوي ، ولذا فنقص الفوسفور يعتبر شديد الضرر بالخلرة إذ يمنع تكون النواة والسيتوبلازم والأغشية الحديثة حول سطح الخلية .

وللفوسفور دور خاص فسى خطوات تصول الجهد فى الخلوبة Adenosine المحكوبات مثل ادينونين ثلاثى الفوسفات Transfer Steps المكونة من ثلاثة فوسفات مرتبطة فى حلقة معقدة يعتقد أن Triphosphate المكونة من ثلاثة فوسفات مرتبطة فى حلقة معقدة يعتقد أن الاثنين الأخيرين منها يختلفان عن المجموعة الفوسفاتية الأولى لأن الاتصلال المائى Hydrolysis للرابطة الأولى ولذا يطلق على الرابطنين الأخيرتين الرابطة الأولى ولذا يطلق على الرابطنين الأخيرتين الرابطة الأولى ولذا يطلق على الرابطنين الأخيرتين الرابطة الأوسفاتية النينية بالجهد Energy- rich phopnate Bond ويرمز لها عادة بالعلامة (~ فو) وعلى حتى يمكن تعريفها من الروابط العادية التى يرمز لها عادة بالعلامة (~ فو) وعلى المجزي عند الرابطة الأخيرة يعطى فوسفات حرة .

أ - قو + فوسفات حرة

ينطلق قدر كبير من الجهد الذى يمكن إستعماله فى اتمام مختلف التفاعلات التى تحتاج إلى جهد مثل اتحاد حامضين امينيين ليكونا ببتايد ثنانى Dipeptide والناتج بحد عملية الهدم هو جزئ أبه فو (ADP) والناتج بحد عملية الهدم هو جزئ أبه فو (ADP) يمكن أن يتحول إلى الينوزين ثلاثى الفوسفات مرة أخرى باستعمال الجهد أى :

أ ــ فيو في + الطاقة ← أ ــ فيو – فيو ــ

ونقص الفوسفور في النباتات يؤدى إلى ظهور بعض الأعراض عليها أهمها قصر النمو الطولي واللون الأخضر الغامق مع تكوين لون بنفسجي محمر في كثير من الأحيان وقد يصحب ذلك موت مساحات من الأوراق (أو على الثمار) مما يؤدى إلى سقوط الأوراق وأعراض نقص الفوسفور أقل وضوحاً من أعراض نقص النيتروجين وقد يصعب تمييزها بمجرد النظر .

وتمتص النباتات الفوسفور على صـورة أرثوفوسفات أحاديـة أى يدفو أ، ، وكذا بكميات أقل من الأرثوفوسفات الثنائية يد، فو أ، .

ويعتقد أن البيروفوسفات والميتافوسفات أيضا يمكن امتصاصها وقد أصبح للميتافوسفات أهمية من الناحية التجارية بعد إنتاج أسمدة منها وهناك رأى أن الميتافوسفات يجب أن تتحل مانياً Hydrolysis إلى ارثوفوسفات أحادية قبل إمتصاصها .

تختلف الأراضى في محتوياتها من الفوسفور تبعا لعدد من العوامل أهمها الجو وتتراوح نسبة الفوسفور في الأراضى بين ٠٠١ - ٠٠٥٪ محسوبة على صورة فوره أه.

مصادر القوسقور في الأرض:

أ) المصادر المعدنية:

۱- أهم هذه المصادر هو معدن الأباتايت وقد يوجد على صدورة فلـورو أو
 كلورو أو هيدروكسى أباتـايت ، كا., (فو أب), فل، ، كا., (فو أ), كل, ،
 كا., (فو أ), (أ يد), .

- ٧- معدن الفاريسيت Varicite او (أيد) بيد، فو أي .
 - ٣- معدن السترينجيب Stringite ح (أيد)، فو أي.
 - ب) المصادر العضوية:
- ألهم هذه المصادر هي المادة العضوية في الأرض .

صور القوسقور في الأراضي :

- أ) الصور المعدنية:
- الفوسفات المعدنية غير القابلة للذوبان في الأحماض المحففة .
 - ٣- فوسفات كلسيوم قابلة للذوبان في الأحماض المخففة .

وأهم هذه المركبات هى فوسفات ثلاثية الكلسيوم كام (فو أ.)، وتوجد عادة فى الأراضى ذات التأثير القاعدى وعندما تكون الأرض ضعيفة الحموضة أى حوالسى (DH) 7 تكون فوسفات ثنائية الكلسيوم كا يد فو أ، هى الصورة الأكثر وجوداً .

أثر تثبيت الأرض للقوسقور على صلاحية السماد القوسفاتي المضاف لتعذية النبات:

الغوسفات المدمصة أو التي تحل محل مجموعة الهيدروكسيل تعتبر صورة مسورة للنبات وهبي الصدورة التي يقدرها براى Bray عند اختباره لخصوبة الأراضي الحامضية في القوسفور إذ يستخلصها بأنيون الفلورور المذي بحل محل أنبون الفوسفات .

وتختلف الصور المرسبة في درجة يسرها للنبات ولكنها نقل في ذلك عن الصورة الذائبة التي تضاف إلى الأرض وقد إتضح من كثير من الدراسات أن النبات يستفيد من نسبة من الفوسـفات التـى تضـاف إلـى الأرض رغـم تحـول هـذه الفوسفات كلها تقريباً إلى صـورة غير ذاتبة في الماء .

ولكن عدم القدرة على استخلاص الفوسفات بالماء لا يعنى أنها جميعها غير صالحة لتغذية النبات وأوضحت دراساتنا أنه يمكن استخلاص حوالى ٥٠٪ من الفوسفات المضافة إلى أرض جيرية باستعمال محلول بيكربونات الصوديوم ذى رقم هيدروجينى ٨٠٥ بينما لم يمكن استخلاص أى نسبة منها بالماء ويعنى ذلك أن حوالى نصف الفوسفات المثبتة يظل في صورة ميسورة النبات .

فالتثليث تحول في الصورة الكيميائية للعنصر المضاف ولا يعنى حدوثه بنسية تمل إلى ١٠٠٪ من المقدار المضاف أن كل المقدار المضاف أصبح في صورة غير ميسورة للنبات بل الواقع إن النبات يستطيع امتصاص جزء من الفوسفور المثبت .

وعند تحول الفوسفور الذائب المضاف إلى الأرض إلى فوسفور مرتبط بسطوح الطين أو إلى راسب فإنه يققد قدرته على الحركة مع الماء أو خلال الماء بالانتشار Diffusion ويصبح مقيداً حيث هو فإذا كان بعيداً عن منطقة المجموع الجذرى فإنه لا يكون في متناول النبات وتقل الاستفادة من الفوسفور المضاف أما إذا كان تقييده في منطقة المجموع الجذرى فإن النبات يستطيع الاستفادة من جزء منه.

٦- اليوتاسيوم:

يمتص النبات كميات كبيرة من البوتاسيوم وبينما يدخل الفوسفور والنيتروجين فى تركيب مواد معينة فى جسم النبات فإن دور البوتاسيوم غير واضمح كل الوضوح فهو يوجد فى أنسجة النبات على صورة أملاح ذائبة. وقد أوضحت بعض الدراسات في السنوات العشرة الأخيرة أن البوتاسيوم ضروري كعامل مساعد لتفاعلات أنزيم التنفس (Miller and Evans, 1957) Respiratory enzyme وفي تكوين روابط البيئيد Peptide bonds عند تركيب البروتين (Webster, 1956) وميتابوليزم النيتروجين (Webster, 1956) .

وتحتوى أنسجة النباتات الصغيرة النامية على مقلاير من البوتاسيوم أعلى مما تحتوية الأنسجة الأكبر سنا ويتحرك البوتاسيوم فى أنسجة النبات فينتقل مسن الأنسجة الكبيرة إلى الأنسجة الصغيرة .

ورغم أن كثيراً من الباحثين قد أوضحوا ضرورة البوتاسيوم لنمو النبات قد أوضحت بعض الدراسات إمكان استبداله بالصوديوم في زرعات مائية بنسبة تصل إلى ٨٠٪ بالنسبة لنبات بنجر السكر بينما لا يمكن إستبداله إطلاقا بالنسبة إلى البطاطس ويذكر Ulrich and Ohki أن النباتات التي نمت في ظروف توفر لها حاجتها من البوتاسيوم كانت أفضل من تلك التي استبدل جزء كبير من حاجتها من البوتاسيوم ولازال موضوع مدى احتياج النبات للمعوديوم ولازال موضوع مدى احتياج النبات للمعوديوم وعلاقة البوتاسيوم مع الصوديوم والنبات في حاجة إلى مزيد من البحث .

وأول ما تظهر أعراض نقص البوتاسيوم في النبات تكون في الأجزاء التي تم نضجها حديثًا وليس على الأجزاء الصغيرة النامية ويتقدم نمو النبات تظهر أعراض نقص البوتاسيوم على الأجزاء التي نضجت ويرجع ذلك إلى ما أشرنا إليه سابقا من قدرة البوتاسيوم على الحركة منها إلى الأنسجة النامية فإذا لم يوجد بكميات كافية فإن الأجزاء الناضجة تقدّ محتوياتها منه حتى توفر للانسجة النامية بعض إحتياجاتها وفي حالة شدة نقص البوتاسيوم فإن النبات كله قد تظهر عليه بعض إحتياجاتها وفي حالة شدة نقص البوتاسيوم فإن النبات كله قد تظهر عليه

أعراض هذا النقص ومن أهم الأعراض حدوث بقع بنية وثقوب فى حواف الأوراق (Leaf scorch) يبدأ باصفرار خفيف عند الحواف يغمق تدريجيا حتى يصل إلى اللون البنى ويجف مكونا البقع المشار إليها .

وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم على بعض النباتات أسرع من غيرها ومن هذه النباتات البطاطس والبرسيم الحجازى والدخان وتتوقف احتياجات النبات من البوتاسيوم على نوع المجموع الجزرى ونشاطه وكذا على درجة النمو وتكون الثمار في النبات .

٧- الكلسيوم:

تمتص النباتات الكلسيوم على الصورة الأيونية وهو ضرورى لجميع النباتــات العليا ويوجد في الأوراق على صورة بكتـات (أمـلاح حامض Pectic) وكذلك متحداً مع الأحماض العضوية الأخرى ويترسب في جدر كثير من الخلايا على صورة أوكمالات.

ويبدو أن الكلسيوم ذو علاقة وثيقة مع الخلايا المرستيمية وتكون الأزهار على عكس البوتاسيوم الذي يتميز بتحركه في النبات فإن الكلسيوم عنصر مقيد Immobile ولا ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية عند نقصه ويؤدى ذلك إلى أن أعراض نقصه تبدو أولا في الأتمجة النامية الصغيرة .

ولا تتكون البراعم الطرفية أو تكون ناقصة التكوين في كثير من النباتات التي تعانى نقص الكلسيوم ويذكر Chapman أن الأطوار الأولى في نقص الكلسيوم لا تظهر لها أعراض مميزة ولكن بزيادة النقص فإن الأوراق الصغيرة الحديثة تكون صغيرة مشوهة وذات حواف غير منتظمة وقد تموت البراعم الطرفية . والنباتات البقولية تظهر عليها أعراض نقص الكلسيوم أسرع من غيرها وأشهر مثل لذلك هو البرسيم الحجازى .

كما أن نقص الكلسيوم يحدث كثيراً في جميع الأراضى الحامضية فالأضرار الناتجة في الأراضى الحامضية فالأضرار الناتجة في الأراضى الحامضية يكون أغليها راجعاً لأسباب غير نقص الكلسيوم لأن الأرض غنية في الصوديوم وعلى وجه عام فحاصلات الحقل يبرر أن تحددها نقص الكلسيوم وحده وحالة الكلسيوم في الأراضى الحامضية عامل أساسي من العوامل التي تعقد التنبؤ من رقم pH وحده ما إذا كانت الأرض تحتاج إلى إضافة الجير (كربون الكلسيوم) قبل زراعة المحصول.

ويبدو أن القصل الكاسيوم أثرين على النبات فهو يسبب قصر المجموع الجذرى ويعطى للنبات مظهراً خاصا للأوراق ولنقص الكلسيوم أيضاً تأثير غير مباشر على النبات بالسماح لبعض العناصر بالتجمع فى الأنسجة، والمحتوى المرتفع من الكلسيوم فى الأرض الذى قد يوجد فى بعض الأراضى الجيرية على سبيل المثال وقد لا يوجد لها تأثير مباشر على أغلب النباتات غير أنه قد يكون لها تأثير ثانوى ضار فالمستويات المالية منه تخفض امتصاص المغنسيوم والبوتاسيوم وخصوصا فى الأراضى الجيرية التى تحتاج لمستوى عال من التسميد بالبوتاسيوم.

والأضر ار التي تحدث لبعض النباتات الناتجة عن زيادة الكلسيوم ترجع غالبا للأنيون المصاحب له وليس عن الكلسيوم نفسه .

٨- المغنسيوم:

المغنسيوم عنصر ضروري لجميع النباتات الخضراء فهو أحد مكونات المروفيل ويبدو أنه له دور هام في نقل الفوسفور في النبات وكنتيجة لذلك يتجمع

فى البذور الغنية بالزيت فالزيت يصاحبه تجمع اللسيثين وهو دهن يحتوى الفوسفات وبالتالى محتوى المحصول من القوسفات يمكن فى بعض الأوقات أن تزيد إلى مستوى مرتفع بإضافة المغسيوم بدلاً من التسميد بالقوسفات ولهذا السبب فسليكات المغنسيوم مثل السربنتين أو الاوليفين المسحوقين ينضمان فى بعض الأحوان إلى السوبر فوسفات ليزيدا تأثيره .

تمتص النباتات المغنسيوم كأغلب الكاتيونات على الصدورة الأيونية ويدخل المغنسيوم فى تركيب جزيئ الكلورفيل فبغيره لا تستطع النباتات الخضراء أن تقوم بعملية التمثيل الضوئى .

ويوجد المغنسيرم أيضا في البذور ويبدو أنه مرتبط مع ميتابوليزم (أبض) الغوسفور ويعتبر ضروريا لتشيط عدد من الأنزيمات والمغنسيوم سهل الحركة في النبات وينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية فيه عندما يكون مقداره غير كاف باحتياجات النبات ولذلك فإن أعراض نقصه يبدأ ظهورها على الأوراق السفلى.

وأهم هذه الأعراض هو إصفرار الورقة فيما بين العروق أمـــا العــروق نفســها فانها تظل خضراء وبزيادة النقص تصبح الورقة جميعها صفراء باهتة ثم بنية ذات تقوب .

ويظهر فى بعض النباتات خصوصاً القطن لون أحمر بنفسجى على الأوراق السفلى يتحول إلى بنى ثم تيداً ظهور الثقوب فى الأوراق .

ويذكر Wallace أن القرنبيط والبروكولي من النباتـات الحساسـة لنقـص المغنسيوم أكثر من غيرها وكذا بعض أصناف البطاطس ويذكر Eisenmenger

أن الذرة والبطاطس تظهر عليها أعراض نقص المغنسيوم أسرع من غيرهمــا من النداتات .

٩- الكبريت:

عرف الباحثون ضرورة الكبريت للنبات منذ أكثر من ١٠٠ سنة وعرفوا أيضا أن النبات يمتصمه من الأرض على صورة كبريتات كما تستطيع أوراق النبات امتصاص ثاني أوكسيد الكبريت من الجو ويتحول بمجرد امتصاصه إلى كبريت .

ولموحظ أن إحتياجات النبات من الكبريت تقارب إحتياجاته من الفوسفور علمي وجه عام ولو أن ذلك يختلف من نوع إلى آخر .

ويحدث أن نسبة كبيرة من الكبريتات الممتصة تتحول إلى يد، كب ولو أن ذلك لا يمنع أن تجتفظ بعض أنسجة الخلابا وعصارتها بالكبريت في صورة كبريتات دون ضرر ويوجد الكبريت في صورته المختزلة في مركبات مثل السسين Cysthine والمثيرنين Methionine وغيرها

وتوجد بعض الدراسات تشير إلى دور خاص لمركبات الكبريتور Sulfide في عملية تحويل السعة الشمس إلى طاقة كيميائية .

والكبريت عنصر متحرك في النبات فيمكن أن يتحرك من الأجزاء التي بها كميات كبيرة منه إلى المناطق النامية التي تحتاج إليه عندما يقل المقدار الممتص من الأرض منه .

وتشبه أعراض نقص الكبريت في النباتسات لأعبراض نقص النتروجين والظاهر أن سبب ذلك هو أن كلا منهما ضرورى لتكوين الكلوروفيل ولو أن الكبريت لا يدخل ضمن تركيب جزيئ الكلوروفيل نفسه.

العناصر الدقيقة:

فى دراسات تغذية النبات تأخر التعرف على دور العناصر الدقيقة فى حياة النبات لوجود أغلب هذه العناصر على صورة شوانب فى أسمدة العناصر الأساسية أو فى الزجاج وعندما أمكن الحصول على أملاح العناصر الأساسية فى صورة نقية إتضحت الحاجة إلى العناصر الدقيقة وعرفت واحداً بعد الآخر ولو أن الحديد قد عرفت أهميته للنبات منذ وقت طويل بواسطة Grisla فى سنة ١٩٤٤ ثم عرف دور المنجنيز والبورون والزنك والنحاس والمولبدنيوم بين ١٩٣٧ ، ١٩٣٩ ثم كان إكتشاف ضرورة الكلورين النبات فى سنة ١٩٥٤ بواسطة بروير وكارلتون وستاوت Broyer; Carlton and stout

١٠ - الحديد :

يمتص الحديد من الأرض عادة في الصورة الأيونية ولو أن بعض الدراسات تشير إلى إمكان إمتصاصه في صورة مركب عضوى (مثل EDTA مع الحديد) وكذا يمكن للأوراق إمتصاص الحديد عند رش أملاحه عليها والرأى الغالب أن الحديدوز هو الصورة التي يغلب أن يمتصها الجذور ولو أن الحديديك يمكن أيضا أن بمتص .

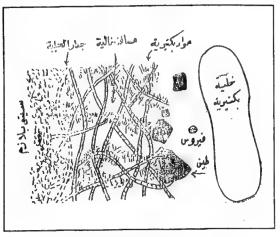
والحديد ضروري لتكويـن الكلورفيـل ولـو أتـه لا يدخـل ضمن الجـزئ نفسـه وهـو ضـروري لإتزيمـات التنفس خصوصـا الكاتـاليز Catalase والبيروكسـيديز Peroxidase والسيتوكروم Gytochrome .

والحديد لا يتحرك في النبات قلا ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية عند نقص الممتص منه ولذا تظهر أعراض نقصه على الأجزاء النامية بصفة خاصة .

وأهم أعراض نقص الحديد فى النباتات هو الاصفرار Chlorosis فيظهر الاصفرار واضحا على الأوراق فى لون البرنقال فى الحالات الشديدة أما الحالات الخفيفة فيظهر إخضرار لون العروق الورقية ورقة الورقة بدرجة غير عادية.

تفسير يني Jenny لإمتصاص الحديد في البيئات القاعدية :

يوضح شكل (٢) رسماً تخطيطياً لجدار الخلية في سطح الجذر مبنيا على دراسات Fry - Wyssling ، وسمك الجدار ١ ميكرون ويتكون إطار بناء الخلية من ألياف سيلولورتية ذات قطر نحو ٢٠٠ أ (أ - انجستروم) وبين هذه الألياف فجوات معلوءة بالماء والمواد المذابة والغازات وهذه الفجوات هي المسافات الخالية Free Spaces أو معلوءة بنواتج الأيض مثل الهيميس يليلوز والمواد البكتينية وغيرها ومعروف أن مجموعات الكربوكسيل ك أ أ الحرة هي المسئولة إلى حد كبير عن السعة التبادلية الكاتيونية للجنور .



شكل (٢): رسم توضيحي للخلية والنظام الأرضى (١٩61)

وبالشكل (٧) نجد على يسار جدار الخلية بالأتجاه إلى داخلها يوجد السيتوبلازم وإلى اليمين توجد الأرض وتمثل الأجسام السوداء بالرسم أوكسيد المحديد أو حبيبات الطين في حجوم غروية وأقصى لليمين يوجد رمم لخلية بكتيرية للحديد أو حبيبة فيروسية – "ف" – المقارنة والممافة بين الخلية البكتيرية والحافة اليميني لجدار الخلية الجذرية تمثل المحلول الأرضى الذي يحتوى الجزيئات المذابة ويمكن للمحلول أن يتحرك خلال القنوات الواسعة بجدار الخلية متجها من اليمين إلى اليمار نتيجة النتح وبالنسبة إلى أن أيونات الحديد بمحلول الأراضى الجيرية نادرة الوجود فيبدو أن هذه القنوات الواسعة قليلة الأهمية بالنسبة لمقدار الحديد الذي يدخل الجذور ،

ومن رأى ينى أن الموقع الهام بالنسبة للإمصاك بالحديد هو نقط تلامس أكسيد الحديد مع البكتين المغطى بمجموعة الكربوكسيل .

والحديد والكلميوم اللذان يتحصل عليهما بهذه الطريقة يمكن أن ينتشرا خلال الجزء البكتيني من جدار الخلية عكس تيار من أيونات الهيدروجين الناتج عن النشاط الأيضى ، وكذا أيضا عكس تيار الألكترونات إذا كان من الضرورى أن يكون الحديد في صورة ثنانية وليست ثلاثية ، وبمجرد أن يصل الحديد إلى السيتو بلازم فإنه يتحرك عن طريق آليات الأيض .

ويذكر أن المسافة بين مواقع التبادل Exchange Sites على الجذور تبلغ نحو ويذكر أن المسافة بين مواقع التبادل Exchange المخرينات نحو الجزيئات المخسوية التي يصل حجمها إلى ٥٣ أ فلا بد أن هناك قنوات ومسافات واسعة كما أنه لا بد من وجود مناطق تكون المسافة بين مواقع مجموعات الكربوكسيل فيها لكل من ١٦٠٥ أ ، وهذه المناطق تثمير إلى وجود ثغور وقتوات تحتوى كثافة عالية من الشحنات ، وعلى ذلك فإن جدار الخلية الجذرية يمكن اعتباره أنه ذو قنوات ضيقة محملة بشحنات كثيفة وأخرى واسعة ذات شحنات ضعيفة .

وفى القنوات الواسعة تنتشر الجزينات العصوية والأرواج الأيونية نصو الداخل، أو قد تحملُ مع تيار الماء الداخل إلى الجنر نتيجة النتح من اليمين إلى اليسار ولا تتدخل مواقع التبادل عبر القناة الواسعة ، ولكن أيونات الحديد التى قد تكون مرتبطة بأحد مواقع التبادل هذه ترسب فورا بواسطة المحلول الأرضى قاعدى التأثير في الأرض الجيرية .

أما في القنوات الضبيقة ذات القطر ه أ مثلا فإن كثافة مجموعات الكربوكسيل عالية لدرجة تطرد الأنبونات وتمنع دخولها فهذه المناطق من الجنر تعمل كما لو كان لها قدرة اختيارية ، وفي المسام والقنوات الضبيقة تتداخل الكانيونات المختلفة بعضبها مع بعض في شكل محلول كاتيوني Cation Solution ، والحديد الذي ارتبط مع مجموعة الكربوكسيل على جدار الخلية الجذرية ينتشر إلى داخل الخلية الجذرية من اليمين إلى اليسار عكس تيار من أيونات الهيدروجين التي تتكون في السيئوبلازم والتي تتحرك من اليسار إلى المهين والعملية تشبه عملية تبادلية التشارية فتقاتر فيها أيونات الحديد من مجموعة إلى أخرى وبالنسبة إلى عدم دخول أنيونات فلا يترسب الحديد وحركة الماء خلال هذه القنوات شديدة البطء.

وبستطرد بني ليحسب الوقت اللازم لأيون الحديد المدمص المرتبط بمجموعة الكرب كسيل ليعير حدار الخلبة ذا سمك الميكرون مستخدما في ذلك معادلة لأبنشتاين وبنتهي إلى أن هذا الوقت نحو ٢٠٨ ثانية وبالتبالي فعملية العبور نفسها سريعة ولا تعتبر عاملا محددا لمقدار الحديد الذي يدخل الخلية ويشير إلى أن العامل المحدد يقع على الجدار الخارجي للخلية حيث يجب أن يوجد عدد من مواقع التبادل مشغولة بالهيدروجين حتى يضمن تيار من أيونات الحديد إلى داخل الخلية ولما كانت مواقع التبادل المغطاة بالكلسيوم أو المغنسيوم أو الصوديوم لا تهاجم أوكسيد الحديد ، يتضح أنه يجب أن يكون جزء من السطح المعرض الخارجي للجذر مشخولا بالهيدروجين أي تكون مجموعة الكربوكسيل حامضية (ك أ أيد) وأن تظل كذلك بواسطة تيار من أيونات الهيدر وجين الذي يتجه دائما نحو الخارج بواسطة التبادل والانتشار كما أوضحنا وعملية التحميض بالهيدروجين هذه تصبح صعبة إذا كانت كربونات الكلسيوم بالنظام الأرضى في صورة حبيبات دقيقة مما يتيح لها عددا من نقط التلامس مع سطح الجذر وكذا الحال إذا مرر تيار من محاليل هيدروكسيد أو كربونات أو بيكربونات الكلسيوم حول الجذور تقل مجموعة (ك أ أ يد) على سطح الجذور ولعل ذلـك سبب ظهور الاصفرار المؤقت على كثير من الحاصلات في أعقاب المطر الغزير أو الرى.

١١ - المنجنيز :

يحتاج النبات إلى كميات ضنيلة من المنجنيز إذا زاد عنها أصبح ضارا بالنبات وهو ضرورى لبعض الانزيمات المؤكسدة وهو أيضا لا يتحرك فى النبات ولذا تظهر أعراض نقصه على أجزاء النبات النامية.

وأهم أعراض نقص المنجنيز في الموالح هـو ظهور منطقة خضراء غامقة حول العرق الوسطى يتلوه اخضرار العروق الفرعية مع لون أخضس فاتح لنسيج الورقة المحيط بها .

۱۲- الرنك:

يحتاج النبات منه إلى كميات أصغر مما يحتاج من المنجنيز ودوره فى حيـاة النبات غير معروف على وجه التحقيق واو أنه ضرورى لإنزيمات الكربوكسيلاز Carboxylase وغيره .

وأهم أعراض نقص الزنك فــى الموالــح هــو وجــود بقــم صفــراء بيـن عــروق الورقة كما يظهر تورد بعض أطراف الأفرح في بعض أشجار الفاكهة .

۱۳ - التصاس :

تتصل وظوفة النحاس في النبات بالاتزيمات ونقصبه يؤدى إلى ظهور لمون لغضر مزرق في أطرف الأوراق وذبول في قمم الأفرع النامية .

۱۱- اليورون :

يحتاج النبات للبورون بكميات دقيقة ويصبح ساماً إذا زلد عنها ويلاحظ أن نقص البورون في النبات يصحبة زيادة في الكربوهيدرات ومركبات الأمينات الدائبية في الماء وأذى ذلك إلى الاتجاه أن للبورون دوراً في تكوين السبوتين وللبورون أيضا دور في استفادة النبات من الكلسيوم والبوتاسيوم وفي تكون العقد المنتخرية .

وهو عنصر غير متحرك في النبات فلا ينتقل من جزء إلى آخر وأهم الأعراض الخارجية لنقص البورون على الأوراق هو الشذوذ كزيادة السمك والتجعد والإلتواء والذبول والإصغرار المبتم.

١٥ - الموليبدنيوم:

يَتَغَلَد أَن وظيفته في النبات متصلة بانزيمات إخترال النترات وكذا تثبيت الأروت الجوى في النباتات البقولية وأهم أعراض نقصه هو تجعد الأوراق وتبقيها.

١٦- الكلورين:

أهم أعراض نقص الكلورين هو الذبول كما قد يظهر إصغرار فيما بين عروق الأوراق .

۱۷- السليکون* :

أهتم الباحثون القدامى فى فسيولوجيا النبات وتغذية الحبوب ونباتات المراعى بالسليكون على أنه يعطى قـوة تتعش النبات ومن تجارب حقلية فى روثامستد اتضح عـدم صحة ذلك إذ لم تقـو مسوق الشعير أو القمح أو أعشاب المراعى بتسميدها بسليكات الصوديوم وهذه الحاصلات تحتوى بالتأكيد سليكون كلف فى مادتها الجافة وقد أتضح أن محتوى القمح النامى على أرض طينية من السليكون يزداد فى خط مسئقهم مع زيادة المادة الجافة الناتجة ووظيفة السليكون فى الحاصلات غير معروفة ولو أن فاجتر قد وجد أن حاصلات قد نمت دون سليكات ذائبة وكانت أكثر حساسية للمليدنيوم المحتوى على سليكات ميسورة.

وتسميد الأرض بسليكات الصوديوم يمكن أن يزيد انتاج المحصول النامي على أرض فقيرة في الفوسفات ونفس النتيجة حصل عليها بالنسبة لمحصول الشوفان (Oats) في زراعات مائية ودرست هذه الظاهرة بواسطة Hall; Kreuzhage and Wolff الذين انتهوا إلى أن السليكات تؤثر عن طريق زيادة تمثيل حامض الفوسفوريك بالنبات .

وأوضع فرمان وفيشر أن التأثير الرئيسى للسليكات أنها تزيـد الفومــفات الميسورة في الأرض وأن أي تأثير آخر للمىليكات أقل من هذا التأثير .

^{*} يمكن الرجوع لكتاب: Sir J.E. Russell, "Soil Condition and Plant Growth." P. 7

الباب الثالث

10000

إمتصاص النبات للعناصر المغذية

◊ العوامل البي تؤثر على إمتصاص النبات للعناصر المعذية

◊ آلية إمتصناص التبات العناصر المغذية من الأرض

◊ تسميد الأراضى المتأثرة بالأملاح

الباب الثالث

إمتصاص النبات للعناصر المغنية

تقدمت دراسات تغذية النبات في العدنوات الأخيرة تقدما كديرا فعنذ اتضح لباحثي القرن التاسع حشر أن النبات يمتص العناصر في صورها المعدنية توالت الدراسات لكشف العناصر الضرورية لتغذية النبات والصور التي يستطيع النبات امتصاصها من هذه العناصر وطرق النبات في الامتصاص والظروف التي تلائم عملية الامتصاص والتي لا تلائمها .

ونمو النبات محصلة لعوامل شديدة التعقيد ولذلك فقد قابل الباحثين صعوبات مختلفة عند دراستهم لأوجه تغنية النبات وبعد أن عرفوا أن النبات يمتص العناصر في صورة أيونية عمدوا إلى تتميته في محاليل تحتوى العناصر المغنية تبسيطا للعوامل التي تؤثر على امتصاص هذه العناصر عند تتمية النبات في الأرض وتدرجوا بعد ذلك إلى تتمية النباتات في معلقات من الطين والماء مع العناصر المغنية وكذا تتميتها في غرويات نقية مثل أنواع معينة من الطين أو الراتجات Resins كما استعملوا في هذه الدراسات جذور النباتات وحدها الماتعول النباتات الكاملة Intact Plants

وعند استعمال المحاليل المغذية لنتمية النباتات اتضح أنه يجب توافر الشروط الآتية فيها :

۱- أن تحضر هذه المحاليل بحيث تحتوى تركيزات من العناصر تتناسب تقريبا مع معدلات امتصاص النبات لها حتى لا ينفد أحدها من المحلول قبل بقية العناصر . ۲- أن تكون متوازئة Balanced أي يمتص النبات منها تقريبا مقادير من الكاتيونات مساوية لما يمتصه من الأنيونات حتى تتفادى التصول إلى الحموضة الزائدة إذا امتص النبات مقدارا من الكاتيونات أكبر من الأنيونات وهو ما يعبر عنه بالحموضة الفسيولوجية Physiological acidity أو التحسول إلى القلوية بزيادة امتصاص الأنيونات عن الكاتيونات ليفي physiological Alkalinity ويقترح أرنون وهوجلاند المحلول الأتي ليفي بهذه الشروط:

نترات البوتاسيوم بوم أب ۰٫۰۰ جزيئ نترات الكلسيوم كا (ن أم) ۳۰۰،۰ جزيئ كبريتات المغنسيوم مغ كب أي ۰٫۰۰۲ جزيئ فوسفات الأمونيوم (ن يدء) يدم فوأ، ۰٫۰۰۲ جزيئ

ويكفى ما يحتوية الماء المقطر العادى من العناصر الدقيقة أو ما تحتويه الأملاح المستعملة من هذه العناصر كشوائب لمد النبات بما يحتاجه منها أما إذا استعملت مياه مزدوجة التقطير وكيماويات شديدة النقاء فيمكن اضافة الأتى :

الزنك ۰٫۰۰ جزء/مليون النحاس ۰٫۰۰ جزء/مليون الموليبدنيوم ۰٫۰۱ جزء/مليون البورون ۰٫۰۰ جزء/مليون المنجنيز ۰٫۰۰ جزء/مليون الكلور ۰٫۰۰ جزء/مليون

أما الحديد فبحسن أن يضاف كميات صغيرة منه على دفعات حتى لا يرسب على صورة فوسفات حديديك وينصح بإضافته الآن في صورة مقيدة (chelated).

العوامل التي تؤثر على امتصاص النبات للعاصر المغذية :

يتأثر مقدار ما يمتصه النباتــات من العنــاصر المغذيــة مــن الارض بعــد مــن العوامل يمكن تقسيمها إلى مجموعتين : الأولى : عوامل متعلقة بالبينة التي ينمو فيها النبات أي عوامل خارجية .

الثانية : عوامل متعلقة بالنبات نفسه أي عوامل داخلية .

العوامل الضارجية:

أ) عوامل متعلقة بالعنصر المغذى أهمها:

 الصورة الكيميائية التي يوجد بها العنصر المغذى في الأرض ومدى صلاحية هذه الصورة للامتصاص .

٢- تركيز العنصر .

٣- نظام أو نمط Pattern توزيعه في الأرض ويتضنح ذلك بوجه خاص في حالة العنصد المضاف كمسماد فإضافته نثرا على سلطح الأرض يختلف كل الاختلاف عن إضافته مركزاً في جور بجانب جذور النبات أو خلطه بالأرض إلى عمق معين وينعكس ذلك على ما يمتص من هذا العنصر بواسطة النبات.

ب) عوامل متعلقة أبالبيئة :

١ -- صور وتركيز وتوزيع العناصر المغذية الأخرى .

٢-الرقم الهيد روجيني للأرض وهو حالة خاصة من العامل السابق.

٣-توفر الماء .

٤-درجة الحرارة .

٥ –التهوية .

العوامل الداخلية:

الصفات الوراثية للنبات .

٢- نوع الجذر ومدى انتشار المجموع الجذرى .

٣- عدد ومواقع التبادل الأيونى ومدى انتشارها على الجذور .

- ٤- درجة نفاذية أنسجة الجذر ،
- ه- التنفس والأبض Metabolism .
 - ٦- النتح .
 - ٧- التركيب الأبوني للنبات.
 - ٨- عمر النبات وسرعة نموه.
- ٩- قدرة النبات على المعيشة التكافلية مع الكاتنات الأرضية الدقيقة .

امتصاص النباتات للعناصر المغنية من الأرض:

استعملت طرق الدراسة السابق الإشارة لها سواء المحاليل المغذية أو المعلقات الغروبة للتعرف إلى آليات Mechanisms النبات في امتصاص المعلقات الغروبة للتعرف إلى آليات Mechanisms النبات في يتحصل عليها من دراسة النبات عند نموه في الأرض . وفي دراسات تغذية النبات فإن امتصاص النبات من النظام الأرضى هو الذي يهمنا بصفة مباشرة رغم أن بعض نواحي هذا الموضوع لازالت موضع خلاف بين كثير من الباحثين وفي الصفحات التالية عرض لبعض الدراسات في هذا المجال الهام من دراسات الأرض والنبات.

يطلق تعبير (النظام الأرضى) على المواد الصلبة والسائلة والغازية التى توجد معا في الكتلة الأرضية وتوجد العناصر المغنية في حالة ذائبة أي بالصورة Phase السائلة من النظام الأرضى وفي حالة صلبة بالصورة أو الجزء الصلب من هذا النظام Solid phase.

ويحتوى المحلول الأرضى العناصر المغذية في صورة ذائبة وقد أعتبرت هذه العناصر الذائبة المصدر الذي يستطيع النبات الحصول منه على حاجته منها وظل هذا الرأى سائدا وقتا غير قصير رغم أن بعض الباحثين الأوائل اعترضوا عليه

قد أشار (Liebig سنه ۱۸۵۸) إلى أن مقادير العناصر الذائبة أو التي يمكن إذابتها في المحلول الأرضى لا يمكن أن تكفى حاجة النبات وأنه لا بـد من وجود طريقة أخرى ذات صلة بجذور النبات تعمل على مده بحاجته من هذه العناصر.

وبرزت بعد ذلك أهمية الجزء الصلب من العناصر بالمغذية ومساهمته في مد النبات بحاجته منها وقسمت عملية حصول النبات على عنصر مغذي من هذا الجزء الصلب إلى الخطوات الآتية:

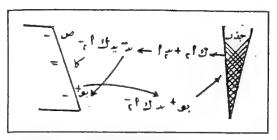
- ١- تحول العنصر من القسم الصلب إلى القسم المناتل في المحلول الأرضى .
 - ٢- تحرك الأيون من أى نقطة في المحلول الأرضى إلى جوار الجذر .
 - ٣- انتقال الأيون من قرب الجذر إلى داخل الجذر .
 - ٤- انتقال الأيول إلى أعلى النبات .

ويتم تحول العنصر من القسم الصلب إلى القسم السائل في النظام الأرضى باحدى الطرق الآتية :

ا- التبادل Exchange - ا

- أ) ينبعث ثانى أكسيد الكربون من الجذر فيتكون في المحلول الأرضى حامض
 كربونيك .
 - ب) ينتشر حامض الكربونيك في المحلول ايصل إلى سطوح حبيبات الطين .
- ج) يحل أبون هينروجين الحامض محل أبون البوتاسيوم على سطح الطين
 وتتكون بيكربونات البوتاسيوم .
- د) ينتشر العلح الجديد بيكربونات البوتاسيوم من سطح الطين متجها إلى
 الجذر حيث يتبادل البوتاسيوم مع الهيدروجين على سطح الجذر أو يدخل
 الجذر على صورة زوج من الأيونات .

ويطلق على هذه الآلية نظرية ثاني أوكسيد الكربون.



شكل (٣) : رسم توضيحي لحصول الجذور على الأبونات المدمصة (نظرية ك أب) (نقلا عن: Lenny, 1952)

: Dissolution الإذابية -٢

وهى تمثل قدرة القسم الصلب من النظام الأرضى على مد المحلول الأرضى بالعناصر المغذية ويذكر فريد وشابيرو Fried and shapiro أن المعدل الذى تتحول به العناصر من الصورة الصلبة إلى المحلول الأرضى ثابت ومميز لكل أرض .

والقدرة على إذابة القسم الصلب تزيد عموما بارتفاع درجة الحرارة كما أن نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الأرضى تزيد زيادة كبيرة على نسبته في الهواء الجوى والحامض الناتج عن ذوبانه في الماء الأرضى لـ قدرة على إذابة كثير من المواد الصلبة تزيد عن قدرة الماء وحده وتختلف آلية الإذابة في هذه الحالة عن آلية التبادل المشار إليها في الفقرة السابقة.

: Chelation التقييد

يرى هنتر Hunter وآخرون أن جنور النبات نفرز مركبات مقيدة تنتشر فى المحلول الأرضى حتى تصل إلى المركبات غير الذائبة المحيطة بالجنور فترتبط مع العناصر وتعود مرة ثانية بالانتشار إلى جذور النيات .

ومهما كانت طريقة مد المحلول الأرضى بالعناصر المغذية فإن تركيز هذه العناصر بالمحلول الأرضى دائما أقل من أن يفى بحاجة النبات ولذا فمن الضرورى أن تتجدد محتويات المحلول الأرضى عدة مرات يوميا خصوصا فى حالة القوسفور لإنخفاض تركيزه فى المحلول الأرضى انخفاضا شديدا حتى يستطيع للنبات استيفاء حاجته من العناصر ويطلق على تركيز العنصر فى المحلول الأرضى الذى يلامس الجذور بأنه عامل كثافة Intensity Factor.

أما قدرة الأرض على تجديد أيونات المحلول فتعتبر عامل سعة أو قدرة (Capacity Factor الوسائل التسى تصل بها العناصر المغذية بالأرض إلى سطوح جذور النبات إلى ثلاث وسائل:

- ١- أن يصل الجذر بنعوه إلى حيث توجد هذه العناصر أى أن الجذر يعترض العناصر حيث تكون ولذا يطلق على هذه الألية الأعتراض الجذرى Root Interseption .
- ٧- أن تتتكل العناصر إلى سطوح الجنور بواسطة النقل مع الماء ويطلق على هذه اللبة الأتنقال الكتلى Mass Flow ويتحرك الماء في الأرض نصو الجنور نتيجة الجنب المستمر له الناتج عن امتصاصه بواسطة جنور النبات، ويتأثر انتقال الماء وبالتالي العناصر المحمولة معه بنفائية الأرض للماء وكذا بدرجة الحرارة لأن حركة الماء تتأثر بمعامل اللزوجة ويتأثر الأخير بدرجة الحرارة .

٣- أن تتنقل العناصير من الأرض إلى سطح الجذر بالإنتشار Diffusion ويتوقف الإنتشار على وجود فرق (منحنى أو ممال) في التركيز ويتوقف الإنتشار بوضيع عدد من الدركيز بالارات ملح في كوب من الماء فيعد مضى بعض الوقت نجد أن الملح أصبح موزعا بانتظام في المحلول كله وآلية هذا التوزيع (الأنتشار) هو حركة كل من جزيآت الماء والملح في جميع الاتجاهات ويقدر الانتشار النهاني من جزيآت الماء والملح في جميع الاتجاهات التي تتحرك في أي اتجاهين متضادين في مدة معينة .

وعندما يكون الانتشار صفرا فإن ذلك لا يعنى توقف انتشار حركة الجزيئات بل يعنى أن حركة الجزيئات متساوية فى جميع الاتجاهات ويقف الانتشار عند درجة الحرارة المطلقة (-٢٧٣) .

ويعير قانون Fick عن العلاقة بين مقدار الجزينات التي تنتشر والعوامل التي تنتشر والعوامل التي ثوثر عليه ومن أهمها ممال التركيز Concentratien gradient ومعامل الأنتشار Diffusion Coefficient الذي يختلف حسب نوع الجزيئات الذائبة والمذيبة وبدجة الحرارة وممال التركيز وإلى حد ما بالتركيز .

وحاول بارير (Barber, 1963) نتيبم كل وسيلة من ناحية كفاءتها في مد النبات بحاجته من العناصر المغنية وانتهى إلى أن الوسيلة الأولى الأعتراض النبات بحاجته من الغنادة الذي ينتج حوالى ٢٥ أردب للفدان من عمق ١٥سم باكثر من ٢-١٠٪ من حاجته من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ولكنها تكفى لأن تمده بجميع حاجته من الكلسيوم والمغنسيوم .

وأن النقل بالماء (الأنتقال الكتلى Mass Flow) يمد النبات باغلب حاجته من المغنسيوم ولكنه لأ يكفى لمده إلا بنسبة صغيرة من حاجته من البوتاسيوم والفوسفور وأوضح باستعمال الكبريت المشع تجمع الكبريت حول الجذور بالانتقال مع الماء ويرى أن النقل بالانتقال هو الوسيلة التي تمد النبات بأكثر حاجته من الفوسفور والبوتاميوم.

ويقدر فريد وشابيرو (Fried & Shapiro (1971) أن المحلول الأرضى يستطيع أن يمد محصول ذرة مقداره ۲۰ أردب للفدان بمعظم حاجته من العناصر العذائية في أرض تحتوى ۲۰جزء/مليون من الفوسفور و۲۰جزء/مليون كلسيوم و۲۰جزء/مليون كلسيوم

التبادل بالملامسة :

ورغم أن كثيرا من الباحثين يعتبرون أن نظرية المحلول الأرضى مقبولة إلا أن يني Janny يرى أنها قاصرة عن تفسير قدرة النبات على امتصاص العناصر خصوصا العناصر الدقيقة في الأراضى القاعدية حيث يكون ذوبان هذه العناصر شديد الإتخفاض .

وهو برى أن الأبونات فى الطور الصلب المدمصة على سطوح الحبيبات بمكنها أن تنتقل إلى الطور السائل من النظام الأرضى عن طريق التبادل بالملامسة Contact exchange وتعتمد نظريته فى التبادل بالملامسة على أن مجموعات الأبونات Ion swarms على الجذور وعلى تنطوح حبيبات الطين تتداخل مع بعضها وينتج عن هذا التداخل أنها تتبادل أما كنها على الطين والجذور دون الحاجة إلى وسط سائل.

ومن رأيه أن كلا من الوسيلتين المحلول الأرضى والتبادل بالملامسة تساهم في مد النبات بحاجته من العناصر في النظام الأرضى وأن طريقة المحلول الأرضى تكون ساتدة بالنسبة للعناصر المغذية الأساسية في الأراضى الرملية أما في الأراضى الطينية فالتبادل بالملامسة يكون هو الفعال في مد النبات بحاجته منها.

ويتوقف يسر Availability العناصر المغذية المدمصة على سطوح الطين للنبات عن طريق التبادل على عدد من العوامل منها:

- نسبة تشبع الطين بالعنصر Degree of Saturation
 - الأيونات المرافقة The Complementary Ions
- نوع الطين أو المركب الغروى وسعتة التبادلية Type of colloid and its
 exchange capacity
 - نرع النبات Kind of plant •

غير أننا نوجه النظر إلى أن كلا من هذه العوامل لا ينفرد بالتأثير على المتصاص العنصر المدمص على سطح المركب الغروى مستقلا عن بقية العوامل بل تعمل هذه العوامل مجتمعة ويؤثر كل منها على الأخر .

١ – أثر نسية تشيع الطين بالعصر:

كلما انخفضت نسبة تشبع الطين بالعنصر كلما قل يسر هذا العنصر للنبات ويذكر الكثير من الباحثين أن البوتاسيوم يصبح غير ميسور للنبات إذا قلت نسبته على سطح الطين عن ١٪ من السعة التبادلية الكاتيونية للطين بينما يجب أن تريد نسبة تشبع الطين بالكلسيوم عن ٣٠٪ حتى يكون ميسور للنبات .

وقد أوضح الجبلى (١٩٩٥) أنه كلما زادت نسبة تشبع الطين بالعنصر كلما زاد المقدار الذي يمتصه النبات بوجه عام .

٧- أشر الأيونات المرافقة :

لوحظ أنه عند نسبة تشبعية معينة لعنصر ما أن امتصاص النبات لهذا المعنصر يتأثر بنبوع الكانيون المدمص المرافق له على سطح الطين فإذا كان الكانيون المرافق ضعيف الأرتباط بهذا السطح كان امتصاص العنصر منخفضا وإذا كان ارتباط الكانيون المرافق قويا ارتفع امتصاص العنصر.

٣- أثر نوع الطين وسعته التبادلية:

يرى الجبلى وفيكلاندر Elgabaly and wiklandler أن امتصاص النبات للعناصر الأحادية والثنائية المدمصة يتأثر بالسعه التبادلية للطين فكلما زادت السعة الثبادلية الكاتيونية للطين فإن امتصاص النبات للكاتيونيات الأحادية يزداد وأوضحا ذلك باستعمال راتنج Resin وطين بنتونيت Bentonite وكاونيت كل منها على التوالي كاتيونية ١٧٠، ٧٠ ملليمكافئ/١٠٩ جم من كل منها على التوالي وتحتوى نسبا متماثلة من الصوديوم إلى المغلسيوم أو الصوديوم إلى المغلسيوم أو المصوديوم إلى المغلسيوم أو المحميا النبات في حالة الراتنج ذي المعه التبادلية العالية أعلى من نسبة المغلسيوم أو الباريوم المتصيل ولكن نسبة المغلسيوم أو الباريوم التي امتصها النبات في حالة الكاولينيت فاقت نسبة المعديوم ألهمتص.

٤- نوع النيات:

أوضح عدد من الباحثين أن لجذور النبات سعة تبادلية كاتيونية فعدد نموالنبات في الأرض يحدث تتافس بين سطوح الجذور وسطوح الطين على الكاتيونات وتزداد قدرة النبات على الحصول على الكاتيونات الثنائية كلما ازدادت سعتها التبادلية الكاتيونية .

وقد سبق أن أشرنا إلى رأى ماتسون فى ذلك وقد أوضح الجبلى وفيكلاندر هذا العمل بوضع جذور البسلة ذات سعة تبادلوة كاتيونية ٧١ ملليمكافىء ١٠٠ جم فى معلق من وجذور الشعير ذات سعة تبادلية كاتيونية ٧٠ ٢ ملليمكافى ١٠٠ جم فى معلق من الطين المشبع بالكلسيوم + الصوديوم لمدة ١٠ ساعات فامتصت جذور البسلة من الكلسيوم ضعف ما امتصته جذور الشعير منه بينما امتصت جذور الشعير من الصوديوم ٤ أمثال ما أمتصته جذور البسلة منه .

الاعتراضات على نظرية الامتصاص عن طريق التبادل بالملامسة :

أنتقد نظرية التبادل بالملامسة كوسيلة يحصل بها النبات على حاجته من العناصر المغذية من الأرض عدد من الباحثين منهم ,Lundgardh والأرض عدد من الباحثين منهم ,Wanner وتركزت أهم الاعتراضات على ما يأتى :

۱- أن المساحة التي يمكن أن يحدث فيها تبادل على سطح الجذر هي حوالى امم عند طرف القمة النامية من الجنيرات وفي رأيهم أن هذه المساحة لا المم المد النبات بحاجته من الكاتيونات ولكن Jenny يرى أن هذه المساحة تكفى ١٠ مصفحة من صفحات بالمورات الطين مواجهة للجذر تحمل كل منها تكفى ١٠ ٠٠٠ كاتيون أحادي متبادل ، وبالتالي ظن تكون مساحة التبادل محددة لقدرة النبات على الامتصاص فضلا عن أن المساحة التي قدرت بماليمتر مربع واحد (Overstreet & Jocobson) قدرت عند درجة ٥ م بينما Overstreet لمرستيمية عندما تكون درجة الحرارة حوالي درجة حرارة الغرفة .

٢- يوجد غشاء سليلوزى بين صفحة الطين وسطح السيتوبلازم وهذا النشاء يمنع
 التبادل بالملامسة ومن رأى Jenny أن سمك الغشاء مختلف فاذا كان رقبقا

فإن الطبقة المزدوجة لكل من السيتوبلازم والطين يمكن أن تختلطا مع بعضها ويحدث التبادل ويحدث التبادل ويحدث التبادل التبادل المنفقة السليلوزي له سعة تبادلية ولو أنها منخفضة فضلا عن أنه مختلط بالبكتين واللجنين والهيمسليلوز ومواد معدنية وهي جميعا ذات سعات تبادلية عالية.

٣- ويشير Black إلى أن مواقع التبادل ليست هى المواقع التي يحدث فيها الامتصاص الموجب وأن الأيونات تستطيع أن تصل إلى حيث يتم الامتصاص الموجب عن طريق خاصية الأنتشار Diffusion خلال المحلول الأرضى دون أن تكون في صورة مدمصة وينتهى من ذلك إلى أنه ليس من الضرورى أن تلعب خواص التبادل الكانيوني للجذور دورا حيوبا في نقل الأرض إلى داخل الجذور .

جدول (٦): أثر توغ الطين والسعه الكاندية الكاتيونية على امتصاص العناصر المدمصة

الكاتيونات التي امتصها البات				, النظام	رنات فح	الكاتيو		
ملليمكافئ/ ١٠٠٠ جم جلور جافة		ص	ملليمكافئ		A	النظام		
ص/ با	ص مع	ų	مغ		Ų	مغ	ص	
	٠,٨		1,14	1,40		1,0	٠,٥	راتنج ص عَمْ مَعْ
	١,٨		14,5.	٧,٤٥		1,0	٠,٥	بنتونيت ص - مغ
	۲,٤		1,77	٠,٧١		٤,٥	۰,۵	كاؤلينيت ص – مغ
۰,۰٦٧		٠,٢٧		0,0.	1,0		۰,٥	راتنج ص-با
٠,٤٢		۲,۳٥		0,04	٤,٥		۰,۰	بنتونیت ص – با
۲۰,0۰		۵,٤٩		٠,٨١	٤,٥		۰,۰	كالولينيث ص – با .

الجبلى وهيكلاندر (١٩٥٥) .

التبادل الأيوني على جذور النباتات:

كانت در اسات ينى Jenny سنة ١٩٣٩ من أولى الدراسات التى أشارت إلى أن جذور النباتات لها خواص تشبه خواص الغرويات ، فعندما غمر جذور نباتات الشعير الحية في محلول يحتوى روبيديوم مشع لفترات قصيرة لاحظ تزايد مقدار الروبيديوم الذي يمتصم النبات بزيادة الروبيديوم في المحلول وأن هذه الزيادة تصبل إلى نهايتها العظمى عندما تصبح السطوح الخارجية للجذور مشبعة بالروبيديوم وهو نفس ما يحدث عند ادمصاص الكاتبون على سطح الغروى.

ثم أوضح ينى Jenny أن الأيونات المحمولة على سطوح الجذور تتبادل تبادلا مباشرا مع الأيونات المحمولة على سطوح حييبات الطين عندما تتلامس سطوح الجذور مع سطوح هذه الحبيبات وذلك تطبيقا لرأيه في تبادل الأيونات بالملامسة Contact exchange .

ولما كان الغرض الرئيسي في هذا المكان هو توضيح التبادل الأيوني والمسعة التبادلية الكاتيونية للجذور فأننا نشير إلى دراسة Williams & Coleman الذين أوضحا هذه الخاصية كما يأتي:

- ۱- النظام المكون من جذور النباتات والصاء لـه خـواص المعلـق الغـروى Suspension effect فإذا شـبعت جذور النباتات بالهيدروجين ثم غسلت عدة مرات بماء مشبع بثانى أكسيد الكربون ثم غمرت في نفس الماء المشبع بثاني أوكسيد الكربون فان تركيز الهيدروجين يزداد قرب سطح الجذور ويكون رقم (pH) لسطوح الجذور أقل من السائل المحيط بها .
- ٢- غمرت الجذور التى شبعت سطوحها بالهيدروجين بالطريقة المسابقة فـى
 محلول كاوريد البوتاسيوم فلوحظ أن الرقم الهيدروجيني للمحلول قد أنخفض

وكذلك إرتفع الرقم الهيدروجينى لسطوح الجذور مما يدل على أن النبوءَ سيوم قد حل محل هيدروجين الجذور. وقد تم هذا النتبادل فى عشرة ثوان مما يدنل على أن التفاعل قد تم على السطوح الخارجية.

٣- غمرت جدور الشعير لمدة ١٠ ثوان في محلول كلوريد السيزيوم ١٠,٠ أساسي الذي يحتوى السيزيوم ١٩٧١ المشع ثم رفعت الجذور وغسلت جيدة وقسمت إلى ثلاثة أقسام ، وضع القسم الأول منها في محلول كلوريد سيزيوم غير مشع والقسم الثاني في محلول كلوريد كلسيوم ٢٠,٠ أساسي أما القسم الثالث فلم يحامل ثم قدر اشحاع السيزيوم على جنور الاقسام الثلاثة (٢٠ جنر كل منها ١٠سم) فوجد أنها ٥٠٠٠ ، ٢,٢٢ ، ٢٠,٢٤ عدة/ ثانية على التوالى. وأوضح أن السيزيوم المشع قد تبادل مسع السيزيزم غير المشع في القسم الأول ومع الكاسيوم في القسم الثاني .

واتجهت الدراسات بعد ذلك إلى تقدير السعة التبادلية الكاتيونية لجدور النباتات واتبعت في ذلك طرق مشابهة لبعض الطرق المستعملة في تقدير السعة التبادلية الكاتيونية للطين . وأقدر Baker أن يشبح سمطح الجذور بالهيدروجين باستعمال الانحلال الكهربائي Electro dialysis مدة ٣ ساعات ثم تعادل بمحلول هيدروكسيد الكلميوم ويعبر عن المسعة التبادلية الكاتيونية للجذور بالمياليمكافيء لمانة جرام من الجذور الجافة .

وأقدّر ح Smith & Wallace أن يعبر عن السعة التبادلية الكاتيونيـة للجذور ب بالملليمكافيء لكل أسُم من سطح الجذور وأطلقا على ذلك كثافة الشحنة .

و أوضحت تقديرات Graham & Baker للسعة التبادلية الكاتيونية لجذور نباتات الشعير والشوفان والراى والقمح وفول الصويا أنها تتغير حسب العوامل الآتية :

- ١ عمر النبات .
- ٧- العناصر المغذية المستعملة وقت نمو النبات.
 - ٣- نوع النبات .
 - ٢- درجة الحرارة التي نما النبات فيها .

وأشار Colbey إلى أن السعة التبادلية الكاتيونية لا تختلف للجذور الحيـة او التي عوملت بالايثيلين لقتلها .

ومن كثير من الدراسات لوحظ أن جذور نباتات ذات الفلقتين لها سعة تبادلية كاتيونية أعلى من جذور نباتات ذات الفلقة الواحدة ، كما أن للكاتيونات قدرات مختلفة على الحلول محل بعضها على السطوح الغروية فقد وجد Williams & Coleman أن قدرة الكاتيونات النسبية على الحلول محل بعضها على سطوح الجذور لا تختلف عنها في الغرويات فالهيدروجين أقواها ثم الباريوم ثم الكالسيوم ثم المغنسيوم ثم السيزيوم ثم الروبيديوم ثم الأمونيوم ثم الموتاسيوم ثم الموتاسيوم ثم الموتاسيوم ثم المتاسيوم .

ومن دراسات Williams and Coleman وغيرهما لوحظ أن الجزء الفعال في التبادل الكاتيوني من الجذر هو ١- ٢ مم من قمة الجذر النامية وكذا الشعيرات الجذرية .

ويرى ماتسون ومعاونوه .. Mattson et al. في الجذور لها خواص الغرويات وتتافس حبيبات الطين في الاحتفاظ بالكاتيونات ، وأقاتر حوا أن نظام دونان Donnan system يحكم الامتصاص النسبي لكل من الكاتيونات الأحادية والثنائية ، ويرون أن الجذور يمكن اعتبارها غرويات حامضية وأنها تعتبر الأنيون غير المنفذ في نظام دونان وكلما زادت قوة الغروي أي كلما زادت السعة التبادلية للجذور كلما زاد إدمصاص الكاتيون الثنائي بالنسبة للكاتيون الأحادي في

التركيزات الأيونية المنخفضة ، ويالعكس ففى حالة غروى ضعيف أى سحته التبادلية منخفضة فإن جنور النبات تتمص كاتيونات أحادية أكثر من الثنائية .

جدول (٧): السعة التبادلية الكاتيونية لجنور بعض النبات

السعة التيادلية الكاتيونية	القيات		
ماليمكافيء/١٠٠جم وزن جاف	e etun et 1 f		
	أ- ذوات الفلفتين		
٥٨,٩	قول الصنويا		
٤٨,٠	البرسيم الحجازى (اتلانتيك)		
WA,1	البطاطس الايرلندى		
74,7	الطماطم		
	ب- نوات الفلقة الواحدة		
Y3,.	الذرة الصفراء		
77,77	الذرة السكرية		
17,8	الشعير		
۹,۰	القمح		

نقل عن: 1951 . Drake et al., 1951

وسبق أن أشرنا إلى أن Drake and Vengris كد أوضحا أن السعة التبادلية لجذور نباتات ذوات الفاقتين حوالي ضعف السعة التبادلية لجذور نباتات نوات الفاقة الواحدة وأوضحا بناء على رأى ماتسون أن النجيليات ـ ذات فلقة واحدة ـ تنافس البقوليات ـ ذات الفلقتين في الحصول على البرتاسيوم عند زراعتها معا عندما يكون البوتاسيوم منخفضا في الأرض واوضح Gray أنه كلما زادت السعة التبادلية لجذور النباتات ذات الفلقة الواحدة قلت قدرتها على استخلاص البوتاسيوم وأصبحت بالتالي أكثر ملائمة الزراعة مع البقوليات .

ولما كان سطح الجذور مغطى بشحنات مدالية فان الأتبونات الموجودة فى الأرض تتنافر مع سطح الجنور مغطى بشحنات مدالية فان الأتبونات الموجودة فى الأرض تتنافر مع سطح الجنر كلما اقتربت منه وفى دراسة للجبلى وفيكلاندر جنور نبات الشعير تستطيع أن تمتص مقدارا من أنيون الكلوريد المدمص على سطح الراتتج أكثر مما تمتصه من المحلول المحيط بالراتتج عند الاتزان ، وأن المقدار الممتص من الكلوريد المدمص على سطح الراتتج يزبد عن المقدار الممتص من محلول كلوريد الكلميوم فى حالة التركيزات العالية وهما يعللان ذلك بأن سطوح الجذور ذات شحنة سالبة وتحمل عليها كاتبونات ذات شحنة موجبة وأن الراتتج ذو سطح موجب الشحنة مغطى بأنيونات الكلوريد السالبة وعند تلامس هذه السطوح يحدث تداخل فى الطبقات المزدوجة المحيطة بكل منهما فيقل الجهد الكهرباني والشحنة الكهربانية فيطلق الكلوريد من سطح الراتسج والهيدروجين أو الكلميوم من سطح الجذر ويستطيع الكلوريد أن يدخل الجذر دون مقاومة شديدة من السطح سالب الشحنة .

ويقتر - Bartlet الطريقة الآتية التقدير السعة التبادلية الكاتبونية والأتبونية المجذور وذلك بان تفصر عينة الجذور في محلول ٢٠٠ أساسي من كلوريد الصوديوم ثم تغسل بالماء المقطر ثم تغمر مرة أخرى في حامض نتريك أساسي مدة دقيقة واحدة ثم ترفع الجذور ويقدر الكلوريد والصوديوم اللذان طردهما حامض النتريك وتحسب المعة على أساس ١٠٠٠ جم من الجذور الجافة .

نظريات تفسير ظاهرة التبادل*

نظرية طبقات البللورة:

تعتمد النظرية على الرأي القاتل بأن العناصر المكونة لطبقات البالورة توجد في حالة أيونية فيالورة ملح كلوريد الصوديوم مثلا لا تحتوى جزيئات من ص كل، بل أيونات ص+ وأيونات كل وكل أيون في البالورة محاط بعدد ثابت من الأيونات المضادة في الشحنة ويتحدد هذا العدد برقم الإحاطة ويتعرض لقوى جذب حسب قانون كولومب ويترتب على ذلك أن الأيونات الموجودة على سطح البالورة تتعرض لقوى جذب الله من القوى التي تجذب الأيونات الداخلية وإذا وضعت هذه البالورة في وسط قطبي Polar مثل الماء فإن قوى جذب الأيون السطحي إلى البالورة فل لدرجة أن أبونا آخر من المحلول قد يحل محله أو قد يتجده هم أيون آخر بالمحلول .

وسهولة حلول أيون محل أيونات سطح البللورة يتوقف على العوامل الأتية :

- القوى التي تربط أيونات البللورة .
 - ٢- درجة تركيز أيونات المحلول.
 - ٣- تكافوء الأيونات بالمحلول.
- ٤- حجم كل من الأيونين في البللورة والمحلول .
 - قدرة أيونات البللورة على التحرك .
 - اثيرات الإذابة .

^{*} برجم الى كتابنا " خصوبة الأراضي والتسميد " أو أي مرجع أخر في علم الأراضيي .

وقد أوضحت دراسات كثير من الباحثين أن أيونات طبقات البللورات يمكن تبادلها مباشرة مع أيونات المحلول غير أن بعض البللورات ذات البناء الكثيف لا يحدث فيها هذا التبادل إلا بعد تفتتها إلى حبيبات دقيقة مثل الفلسبارات والميكات.

وتبادل الأتيونات يحدث أيضاً فى طبقات البلاورة مثلما يحدث تبادل الكاتيونات وفى بعض الحالات يحدثان معا فى بللورة واحدة ويطلق علنى المواد التى لها خاصية تبادل الكاتيونات والأيونات أسم Amphoteric exchanger ويتأثر مقدار الكاتيونات والأيونات المتبادلة بالرقم الهيدروجيني فيزداد تبادل الكاتيونات بزيادة الرقم الهيدروجيني فدروجيني ويحدث العكس بالنسبة للأتيونات .

وتفاعلات التبادل بالنسبة للقوسفات لاقت من الباحثين اهتماما خاصا وقد درس تبادل بعض الأنيونات الأخرى مثل الكلوريد والكبريتات وغيرها ويتفق كثير من الباحثين أن آلية احتجاز الكلوريد والكبريتات تشبه ما يحدث بالنسبة للقوسفات في الأراضى الحامضية وقد قدر توث Toth ما يحتجزه الطين بدون التخلص من أكاسيد الحديد وبعد التخلص من هذه الأكاسيد وقد أتضح من دراسته أن مقدار الكلوريد المدمص يزيد بانخفاض الرقم الهيدروجيني في حالة الطين الذي لم يتخلص من أكاسيد الحديد أما عندما يعامل الطين للتخلص من هذه الأكاسيد فإن يتخلص من الكسيد فإن فقرة الطين تتخفض انخفاضا واضحا حتى في حالة الرقم الهيدروجيني المنخفض وقد استنتج من ذلك أن الكلوريد يحل محل أنيون الهيدروكسيل المتحد مع أكاسيد

جدول (٨): المصاص الغرويات لأيون الكاورور

ندمص	کل⁻ ه	الدوجين	الرقم الي	حذيذ	آكسيا	كل مضاف	
بعد التخلص من الحديد	قبل التخلص من الحديد	بعد العاملة	أصلا	بعد التخلص منه	موجود أصلا	(يد كل + ن يد۽ ا يد)	الغروى
/ ۱۰ اجم	ملليمكافي			7	<i>'</i> .	ملليمكافئ / ١٠٠ جم	
1,111	+,41.	٧,٧	Y,V.			Y+,+	طين سيسل
4,***	٠,٤٨٠	۲,۱	٧,٠٠	1,66	17,77	41,1	
4,474	.,04.	1,8	1,8+			4	

نقلا عن: (Toth , S.J. 1939, Soil Sci., 48: 385 and Overstreet & Dean, 1953)

ودرس باربيير وشابان Barbier & Chabannes احتجاز أنيون الكبريتات في الأراضي ومن زأيهما أن :

- ١- الأراضي تحتجز الكبريتات بقوة تفوق احتجازها للكلوريد ولكنها تقل عن قـوة
 إحتجاز الفوسفات .
- ٢- يعمل كاتيون الكلسيوم على احتجاز الكبريتات في صورة مستقلة عن ترسيب
 كا كب أب
- ٣- تحتوى كثير من الأراضى على حوالي ١٠-١٠مجم كبريت /١ كجم أرض
 في صورة مدمصة .

نظرية الطبقة المزدوجة :

عندما تتلامس أنبوية من الزجاج مع الماء فإن سطح الأنبوية الزجاجي يصبح سالبا بالنسبة إلى الماء ويفسر ذلك بأن سطح الزجاج يدمسس Adsorbs أي تتتصق يه مجموعة الهيدروكسيل من الماء فيصبح سالبا وحتى يتم التوازن تتجذب

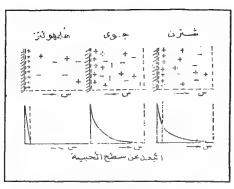
أبونات الهيدروجين إلى العطح فينكون نتيجة لهذا الترتيب طبقة مزدوجة الشحنة السالبة التي تغطى سطح الزجاج والموجبة المجاورة لها مباشرة .

ومن هذه الظاهرة أقدر ح هلمهولات Helmholtz سنة ١٨٧٩ النظرية المعروفة باسمه ومن رأيه أنه ولو أن كلا من الغشاء الصلب والمحلول المحيط به كان متعادلا كهريانيا فإن الغشاء مسع ما يحيط به من محلول له جهد كهرباني ولذلك فقد أعتبر الغشاء محاطا بطبقة كهربانية مزدوجة أي مكونة من سطحين كهربانيين سطح داخلي ويكون سالبا أو موجبا حسب نوع الغشاء ونوع الوسط وسطح خارجي معاو للسطح الداخلي في مقدار الشحنة ومضاد له في نوعها سالبة أو موجبة وأن هذا السطح يتكون من طبقة سمكها جزئ واحد .

ويرى هلمهولتز Helmholtz أن السطح الداخلي أو الطبقة الداخلية ملتصقة مع الغشاء وتتوقف على الخواص الكيميانية والفيزيائية لسطحه بينما الطبقة الخارجية غير ثابتة وتتكون من مواد المحلول ويمكن توضيح قسدرة الطبقة الخارجية على الحركة بتعريض النظام إلى قوة كهربائية فتتجه هذه الطبقة نحو القطب المضاد لنوع شحنتها بينما الطبقة الداخلية الملتصفة بالغشاء تظل ثابتة .

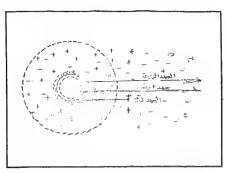
وفي منة ، ١٩١١ أدت دراسات كل من Gouy و منفصلين إلى ان كيز الكاتيونات حول سطح الحبيبة بكون أعلى في جوار السطح ثم ينقص للمعة واحدة بالابتعاد عنه ثم تدريجيا في المحلول ويختلف هذا النظام عن الصورة التي يصفها Helmholtz في أن الأيونات المجاورة للسطح الغروي لا تصطف في صفحة واحدة سمكها جزئ واحد حول الغشاء (شكل ٤).

وفى رأى Stern أن الطبقة المجاورة للسطح الغروي تتكون من قسمين الأول داخلي يتوقف سمكه على مقدار الأيونات التي تدمص مثل طبقة هلمهولنز أما الجزء الخارجي فيشبة الطبقة الخارجية في نظام جوى وتشابمان.



شكل (1): رسم توضيعي للأيونات والجهد في الطبقة المزدوجة (4): رسم توضيعي للأيونات والجهد في الطبقة المزدوجة

وشكل (٥) يمثل حبيبة غروية كروية الشكل ونلاحظ على السطح منطقة "منقطة تمثل طبقة المحلول الملتصقة على سطح الحبيبة وتلتصق هذه الأبونات وتتراكم بشدة فلا يستطيع أكثر الأبونات الأخرى بالمحلول اختراقها إلى السطح الغروي ويظلق على السطح الخارجي لهذه الطبقة Plane وكل الأبونات دلخل هذه الطبقة تساهم في الشحنة النهائية لسطح الغروي وجميع الأبونات الخارجية تكون جزءا من الجو الأبوني Ion Atmosphere ويوضح الرسم أبضا أنه يوجد ثلاثة مستويات من الجهد ذات أثر في دراسة الخواص الكهربائية الحركية Electrokinetic لغرويات الأرض.



شكل (٥): رسم توضيعي لحبيبة غروية في وسط يحتوى أيونات مبين به الجهود الثلاث للنظام الفردي .

- ۱- الجهد الكلى أو جهد نرنست Nurnest : وهو فرق الجهد من سطح الغروي مباشرة حتى نقطة لا نهائية في الوسط الغروي ويمكن تقدير هذا الجهد باستعمال الأجهزة الكهربائية وهو مقياس للتوازن بين شحنات سطح الغروي والبيئة الخارجية للنظام الغروي .
- ٧- الجهد الكهربائي العركي Electrokinetic Potential: ويطلق عليه جهد زيتا نسبة إلى حرف "Z زيتا " اليونائي الذي يرمز له به عادة وهو الفرق بين جهد السطح الخارجي Shear plane وبين الجهد عند نقطة على مسافة لا نهائية في المحلول الخارجي ولا يمكن قياسه مباشرة ولكن يمكن حسابه بتقدير سرعة حركة الغرويات في مجال كهربائي من المعادلة الاتية:

- حيث: ط النسبة التقريبية .
- ل معامل اللزوجة .
- الحركة الكهروفورية Electrophoretic تحت جهد ١ فولت/سم .
 - ٹ ٹانت Dielectric constant
- ٣- جهد الطبقة الثابقة Immovable : وهو غير ثابت ولا يمكن قياسه مباشرة
 ولكن يمكن حسابه بأنه الفرق بين الجهد الكلى وجهد " زيئا".

تفسير التبادل السطحي الأيوني على أساس نظرية الطبقة المزدوجة *:

لما كانت الأيونات الموجودة في الطبقة الخارجية من الغروي تنتشر خلال المحلول الخارجي إذ لا يوجد حد قاطع بين الأيونات في هذه الطبقة وبينها في المحلول الخارجي وقد أشرنا إلى أن تركيز الأيونات الموجودة في الطبقة الخارجي لقفر بستمرار معتمدا في ذلك على تركيز المحلول الخارجي وكذا على الرقم الهيدروجيني يدل على تركيز المحلول (الرقم الهيدروجيني يدل على تركيز المحلول التارجي بإضافة أيون جديد فإن أيونات الهيدروجين) فإذا تغير تركيز المحلول الخارجي بإضافة أيون جديد فإن التوازن القديم يختل ونحصل على توازن جديد ينتج عن أن جزءا من الأيونات التي كانت الجديدة بدخل الطبقة الخارجية للغروي أخذا محل بعض الأيونات التي كانت موجودة في هذه الطبقة ويحدث هذا التبادل مكافئاً بمكافئ طبقا لقانون التعادل الكيربائي .

^{*} بمكن الإطلاع على مزيد من البيانات عن هذا الموضوع في بعض مراجع علم الأراضي أو كتابلا * خصوبة الأراضي والقدميد " .

نظرية غشاء دونان Donnan Membrane Theory :

يعد تطبيق هذه النظرية في تفسير التبادل الأيونـي حالـة خاصـة مـن النظريـة العامة لغشاء دونان .

تقضى نظرية غشاء دونان بأن توزيع الأيونات على جانبي الغشاء نصف المنفذ يكون غير متساوي فعلى أحد الجانبين يوجد ملح لا يستطيع أحد شقيه أن ينفذ خلال الغشاء الفاصل.

معادلات نظرية غشاء دونان:

ان تبادل الأبونات يستمر حتى تتساوى التركيزات النسبية للأيونات على
 الجانبين .

٢- تأثير التكافوه إذ يجب أن يزداد تركيز الكلسيوم فى المعادلة حتى يصبح
 الجذر التربيعي له مساويا لتركيز الصوديوم وعندئذ يكون النظام قد وصل
 إلى حالة الاتران .

وعند تطبيق نظرية توازن الغشاء على ظاهرة التبادل فإن المعقد الغروي الذي يرتبط الأيون به يعتبر هو الأيون غير القادر على النفاذ فالواقع أنه لا يوجد غشاء في حالة توازن التبادل الأيوني إلا أن خط التساس بين سطحي الطور الصلب والطور السائل يمكن اعتباره غشاء فحركة الأيونات المرتبطة بالغروي خارج خط التماس هذا محدودة.

ولا تتعارض نظرية الغشاء مع نظرية طبقة البللورة ولكنها تعطى تقديرا كميا للعلاقات التي تحكم تبادل الأيونات .

مصدر الشحنة السالبة بالطين:

تتتج هذه الشحنة من مصدرين:

- . Isomorphous Substitution الإحلال المتماثل
 - اتحلال مجموعة الهيدروكسل.

١- الإحلال المتماثل:

أوضحت الدراسات أن ذرات السيلكا في رياعيات الأوجه السلوكية (الرباعية) قد تستبدل بذرات أقل في تكافؤها مثل الألومنيوم (الثلاثية) وكذا قد تستبدل ذرات من الومنيوم ثمانيات الأوجه الاليومينيومية بأخرى ثنائية مثل المغنيسيوم والعجز الناتج عن هذا الاستبدال يسده جزئيا تغير في دلخل البللورة والباقي من العجز تعادله الكاتيونات المدمصة . والشحنة السالبة الناتجة عن الإصلال المتماثل تكون افضل توزيعا على سطوح العبيبات من تلك الناتجة عن الحال مجموعة الهبدروكسيل التي تكون مركزة عند الأركان والحواف .

٧- اتحلال مجموعة الهيدروكسيل:

ينفصل الهيدروجين من مجموعة الهيدروكسيل الموجودة على حواف البللورات وينطلق في الماء المحيط بحبيبات الطين تاركما شحنة سالبة مسن البللورات وينطلق في الماء المحيط بحبيبات الطين تاركما شحنة السالبة للطين تكون ثابئة بين رقمي الهيدروجيني ٢,٥ -,٥ وتمثل هذه الشحنة الجهد الكهربائي المستديم للطين الناتج عن الإحلال وبارتفاع الرقم الهيدروجيني إلى ٢ ثم إلى ٧ يبدأ انحلال مجموعة الهيدروكسيل ويصبح عاملا واضحا وبذا تزيد الشحنة السالبة وبالتالي يحتاج إلى زيادة من الشحنات الموجبة أي تزداد السعة التبادلية الكاتيونية المطين .

والغالب أن مجموعة الهيدروكميل التي تتسبب في هذا الاتحلال موجودة على حواف الصحائف المكونة من رباعيات الأوجه السليكية لأن ذرات الأوكسجين الخارجية لهذه الصحائف يمكنها أن تكون متصلة بذرة ولحدة وليس بذرتين من السليكون وبذا تمسك كل منها بذرة هيدروجين أخرى لتعادل شحنتها الزائدة .

ويتضح من ذلك أن ادمصاص الكاتيونات على سطوح الطين يكون على مستوبين :

- ا) عند رقم هيدروجيني ٢,٥ ٠,٠ يكون الادمصاص محدودا ويتوقف على
 معادلة الشحنة السالبة الناتجة عن الإحلال المتماثل .
- ب) من رقم هيدروجيني ٦ إلى أعلى من ذلك يزداد ما يستطيع الطين ادمصاصه من الكاتيونات حتى يعادل الحموضة الناتجة عن انحالل الهيدروكسيل فمثلا من الجدول الآتى:

جدول (٩): أثر الحلال الهيدروكسيل على السعة التبادلية الكاتيونية .

الزيادة الناتجة عن انحلال	ة الكاتيونية بالملليمكافئ/		
الهيدروكسيل	ن عند رقم هيدروچيني	نوع الطين	
ماليمكافئ/٠٠١جم أرض	٧	7 - 7,0	
7	1.	٤	الكازلينيت
٥	1	40	المونتموريللونيت

نقلا عن : (Russell, 1952)

يتضمح من ذلك أن مقدار الهيدروجين القابل للاتحلال بين رقمي الهيدروجين 7 ، ٧ في كل من الكاولينيت والمونتموريللونيت متقارب برغم الاختالاف الكبير بين الشحنة الدائمة لكل منهما .

وبالإضافة إلى هذين المصدرين الأساسيين فإن الشحنة السالبة قد تتتح أيضا من حامض الدباليك أو القوسفوريك أو الملسيليك التي تكون جزءا مكملا من سطح الطين ومدى مساهمة هذا المصدر في مد الأرض بشحنتها السلبية يختلف باختلاف تركيب الطين وحجم الحبيبات والمادة العضوية وحالتها.

تطور الأفكار التي تفسر آلية امتصاص النبات للعناصر المغذية:

ففى سنة 1۸01 اقترح Milder أن العناصر تنتشر Diffuse أغشية النبات نتيجة لزيادة التركيز فى البينة الخارجية عنه فى داخل النبات وأضاف أن الأملاح التى تدخل النبات بهذه الطريقة تكون مركبات خاصة وتضمن بذلك أن الضغط الاسموذى داخل النبات يظل أقل من الضغط الاسموذى فى الوسط الخارجي فتستمر عملية دخول الأملاح.

واقترح Traube سنة ۱۸۹۷ أن أغشيه النبات تحتوى تقويا ذات اتساعات ثابتة تسمح لبعض الجزيئات بالعرور خلالها .

وأوضح Overton سنه Arae أهمية ذوبان الليبيد Lipid في تحديد سرعة نقل المواد خلال أغشية الخلايا ورأى أن عملية " الأبض (الميتابوليزم) Metabolism لابد أن يكون لها دور في امتصاص الأملاح.

وفى سنه ١٩٠٠ أوضح Pfeffer أن الكاننات الحية لها لقدرة على نقل الأملاح خلال الأغشية فى اتجاه معين ومن خلية إلى أخرى مع عدم وجود فرق (ممال) فى التركيز Concentration Gradient واقترح أن اتحادا كيميانيا مع مكونات الخلية قد يحدث فى هذه العملية وكانت هذه أول إشارة إلى فكرة الجزينات النقلة Carrier Molecules ولم يتحمس لهذا الرأي أحد ثم تحول الفكر إلى أن

الأيونات وليمت الجزينات هي التي تنتقل حيث أن (المواد) موجودة في وسط ماتي .

وفى سنه ١٩٠٩ أوضح كل من Meurer و Ruhland أن بعض أنسجة معزولة من النبات تمتص شقى الملح بدرجة غير متساوية ثم أوضح Pentanelli بسنة ١٩٠٥ ذلك أيضا فى حالة النبات الكامل ويذلت عدة محاولات لتفسير ذلك على أساس نظريات توازن دونان Donnan Equlibrium والأدمساص Adsorption وتبادل الأبونات Ion Exchange وفى سنة ١٩٣٠ نشرت أراء Hoagland فى الولايات المتحدة الأمريكية ولوندجارد Lundgard فى السويد وستيوارد Steward فى إنجلترا بأن امتصاص النبات للعناصر يعتمد إلى حد كبير على عمليات الأبض Metabolism وأدى ذلك إلى الاعتقاد بأهمية دور التنفس ويذلت عدة محاولات لربط النظريات الطبيعية للانتشار والانمصاص وتبادل الأبض مع الأبض .

بعد معرفة أن النبات (يتغذى) على أيونات عناصر معينة لا يستطع أن يتم دورة حياته بدونها أنتقل الباحثون إلى التعرف إلى كيف يتغذى النبات على هذه المناصر سواء الموجودة أصلا بالأرض أو المضافة إليها.

فى النظام الأرضى حيث يوجد القسم الصلب من الأرض والرواسب والمحلول الأرضى والرواسب والمحلول الأرضى والرواسب والمحلول الأرضى ويكون تركيزها فى المحلول الأرضى الملاصقة للرواسب والمطين أعلى من باقي المحلول الأرضى ويكون هذا التركيز أقل ما يمكن بعيداً عن سطوح حبيبات التربة أو سطوح الرواسب وقريباً من سطوح الشعيرات الجذرية ونتيجة للفرق بين التركيز العالى فى المنطقة الملاصقة لحبيبات التربة والرواسب

وبين التركيز المنخفض الملاصق للشعيرات الجذرية تنتشر الأيونات التى ذابت أو انفصلت من سطوح حبيبات الطين من التركيز العالى الملاصق لحبيبات الطين والرواسب إلى منطقة التركيز المنخفض الملاصق الشعيرات الجذرية (الناتجة ومع زيادة التركيز تتقل أيونات الهيدروجين من سطوح الشعيرات الجذرية (الناتجة عن تنفس الجذرية ثم تنتشر في اتجاه حبيبات الطين والرواسب ويوصولها إلى هذه السطوح الحبيبة تنبب مزيد من الأيونات أو تحل محلها على سطوح الطين ، وتتكرر عملية انتشار الأيونات المذابة نحو الشعيرات الجذرية وتبادلها مع الأيونات الموجودة على سطوح هذه الشعيرات ويزادة تركيز هذه الأيونات يدخل بعضها من خلال على سطوح هذه الشعيرات الجذرية داخل أنسجة الجذر وتتقل مع عصارة النبات إلى باقي أجزاء النبات .

ويبرز هنا تساول وهو كيف تحل الأيونات المذابة والتي يزداد تركيزها في المحلول الأرضى حول الشعيرات الجذرية محل الأيونات الملاصقة الشعيرات الإجابة على هذا التساول نجدها في دراسات يني Jenny (١٩٣٩) التي أشارت الي نجنور النباتات لها خواص تشبه خواص الغرويات فعند غمر جنور نباتات الشعير الحية في محلول يحتوى روييديوم مشع لفترات قصيرة لاحظ تزايد مقدار الروييديوم الذي يمتصل النبات بزيادة الروييديوم في المحلول وأن هذه الزيادة تصل إلى نهايتها العظمي عندما تصبح السطوح الخارجية للجذور مشبعة بالروييديوم وهو نفس ما يحدث عند ادمصاص الكاتيون على سطح الخروي ثم أوضح يني Jenny أن الأيونات المحمولة على سطوح الجذور تتبادلا تبادلا الجذور مع سطوح هذه الحييبات وذلك تطبيقيا لرأيه في تبادل الأيونات بالملامسة الجذور مع سطوح هذه الحييبات وذلك تطبيقيا لرأيه في تبادل الأيونات بالملامسة Contact ۱۸۹ و

: Cation Exchange Capacity السعة التبادلية الكاتيونية للأرض

السعة التبادلية الكتيونية للأرض هي مقدار الكاتيونات بالملليمكافئ التي تشبع سطح ١٠٠ اجم من الأرض .

عندما تكون الكاتبونات المدمصة قواعد فازية ولا يوجد هيدروجين مدمص على سطح الطين فإن هذه الأرض يطلق عليها مشبعة بالقواعد Saturated ويطلق على الأرض غير مشبعة Unsaturated إذا احتوت هيدروجين على سطوحها .

وتختلف السعة التبادلية الكاتبونية حسب عدد من العوامل:

- ۱- لما كان العامل الفعال هو سطح العيبات فكاما زاد السطح الماص كاما زادت السعة التبادلية الكاتيونية وبالتالي فالحبيبات الدقيقة مثل الطين ذات سعة تبادلية كاتيونية أعلى من الحبيبات الخشنة مثل الرمل فالسعة التبادلية الكاتيونية لحبيبات السلت ذات القطر ٥-٥٠ ميكرون حوالي ٣ ملليمكافئ ١٠٠ جم بينما لحبيبات الطين ذات قطر ٥٠٥-١٠٠ ميكرون تصمل إلى ٣٥ ماليمكافئ لكل ١٠٠ جم .
- ٢- وتختلف معادن الطين بعضها عن بعض وأحد أوجه هذا الخلاف ينعكس على
 السعة التبادلية الكاتبونية .

فالمونتموريللونايت يدمص حوالي ۱۰۰ المليمكافئ/۱۰۰ اجم . والإلايت يدمص حوالي ۳۰ ملليمكافئ/۱۰۰ اجم . والكاولينيت يدمص حوالي ۱۰۰ الميمكافئ/۱۰۰ اجم .

٣- وتساهم المادة العضوية بالأرض بنصيب كبير في السعة التبادلية الكاتبونية ، وقد قدرت السعة التبادلية الكاتبونية للبيت peat فكانت حوالي ١٥٤ ملليمكافئ/١٠٠ جم وللسيميسيليلوز ملليمكافئ/١٠٠ جم وللسيميسيليلوز ٣٨٥ Semicellulose .

الأهمية التطبيقية لتبادل الكاتبونات في الأراضى:

- ١- الأرض ذات المسعة التبادلية الكاتيونية العالية تحتوى عادة عناصر مغذية
 بكميات وفيرة وفى صورة صالحة لتغذية النبات لأن النبات يستطيع الاستفادة
 من الكاتيونات المتبادلة .
- ٢- السعة التبادلية الكاتيونية العالية تدل على احتواء الأرض على نسبة عالية من الحييات الدقيقة .
- ٣- عندما تضاف الكاتبونات في صورة أسمدة إلى الأرض ذات السعة التبادلية الكاتبونية العالية فإنها لا تغسل مع ماء الصرف بل يحتفظ بها على سطوح الحبيبات في صورة صالحة لتغذية النبات وأوضح مثال لذلك هو الأسمدة النشادرية والبوتاسية .
- ٤- نشائر صفات الأرض كثيراً بنوع الكاتيون الذي له السيادة على سطوح الحبيبات ، فإذا كان هذا الكاتيون هو الهيدروجين أعتبرت الأرض حامضية وأكتبت صفات معينة تقتضي معالجتها وذلك بإضافة كربونات الكلسيوم البها.
- وإذا كـان هذا الكـاتيون هـو الصوديوم أعتبرت الأرض قلويـة ووجبت : معالـجة الأرض:بالجبس لإحلال الكلسيوم محل الصوديوم .
- عمليات الاستصلاح التي أشرنا إليها في النقطة السابقة هي عمليات تبادل
 يقصد بها التحكم في نوع ونسبة الكاتيونات على سطوح الحبيبات .
- ٦- إضافة المواد العضوية والغرين إلى الأراضى الرملية كما تؤثر فى تحسين خواص حفظ الأرض للماء فإنها تزيد سعة الأرض التبادلية الكاتيونية وبالتالي تصبح أكثر خصوية مما كانت قبل الإضافة .

جدول (١٠): السعة التبادلية الكاتيونية لعينات من الأراضى المصرية مختلفة القوام

السعة التبادلية الكاتيونية منليمكافئ/٠٠١جم أرض	القوام	الجهة المأخوذ منها العينة
۳۷,۸	طينية خفيفة	الإسكندرية
٣٤,٨	طينية خغيفة	دمنهور
٤٠,١	طينية	كفر غضر
£ + , Y	طينية	دنشال
10,1	طمبية خفيفة (جيرية)	رفع
10,0	طميية خفيفة (جيرية)	الساحل الشمالي الغربي
٨,٩	رملية	التحرير - قطاع جنوبي
A,4	رملية	الحمام
۳,۸	رملية	جناكليس

أين تحمل الكاتيونات المدمصة :

أوضحت الدراسات أن الكاتيونات المدمصة تحمل إما على الحواف المكسورة للبلورة الطين في حالة مجموعة طين الكاوبنايت التي لا تتفرج طبقاتها أما في حالة مجموعة المونتمور بالونايت التي تتفرج طبقات بالموراتها فإن الكاتيونات تستطيع أن تنفذ بين هذه الطبقات ولذلك فالغالبية من الكاتيونات المدمصة حوالي ٨٠٪ من السعة التبادلية الكاتيونية تحمل بين صفائح الطين .

وقد أستخدم جيزيكنج Gieseking البروسين Brucine والبيتا نافتيل أمين Brucine للراسة المكان الذي تحمل فيه الكاتيونات أو الجزينات المدمصة فلاحظ أن البعد الرأسي الذي يمثل سمك طبقة من طبقات بالمورة الطين المتراصة فوق بعضها يزداد بادمصاص الكاتيونات أو الجزينات ، ولو أن جزئ البرتافتيل أمين إلا أن حجم البروسين المتمئ كبير

ولذلك فالانتفاخ نتيجة ادمصاصه يكون أكبر ويزداد البعد الرأسي الذي يقدر باستعمال الأشعة السينية أكثر مما يحدث في حالة ادمصاص البيتانافتيل أمين .وهو يحرى أن البعد الرأسي يتوقف على التمهوء Hydration وتوجيه الجنزي Orientation وميله إلى التراكم Tendency for Packing والتشوه نتيجة الضغط Deformation .

وقد أوضع Cieseking أيضاً أن بعض هذه الجزيئات التي تدخل بين طبقات بللورة الطين لا يمكن استخلاصها بالكلمبوم أو حتى بالهيدروجين رغم قدرته على طرد جميع الكاتيونات في حالة وجودها على السطوح الخارجية كما أوضع أن المونتموريللونايت المشبع بالأمونيوم لا ينتفخ بالماء لأن الأمونيوم قد شغل فعلا المكان بين طبقات الطين الذي يحتله ماء الانتفاخ عادة ويذا فالطين المشبع بالأمونيوم لا يزيد فيه البعد الرأسي بإضافة الماء إليه .

التعبير الرياضي عن التبادل الأيوني في الأرض:

بذلت عدة مداولات منذ وقت طويل التعبير رياضها عن التبادل الأيونى خصوصا في حالة الكاتبونات .

وأختلف الأساسي لهذه المعادلات :

- أ معادلات تعبر عن التأثير السطحي Surface action
- ب- معادلات كيميانية مثل قانون تأثير الكتلة Mass action law
- . Kinetic theory المركبات المركبات المركبات معادلات باستعمال نظرية المركبات
 - د- فروض رياضة مستقلة ينتج عنها معادلات خاصة .

تراكم الأملاح في خلايا النبات Salt accumulation :

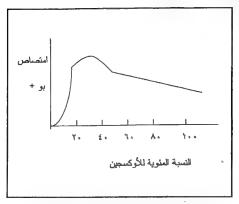
يقصد بالتراكم هنا تجمع الأيونات فى الخلايا فتتجه الأيونات نحو خلايا الجذور ولا تعود مرة أخرى إلى المحلول المحيط بهذه الجذور ويؤدى ذلك إلى المقاع تركيز الأيونات فى العصارة الخلوية بالجذور إلى درجة تقوق تركيزها فى البينة المحيطة بالجذر .

ويحدث التركم في هذه الحالة بإنتقال الأيونات عكس إتجاه ممال – منحنى التركيز Concentration gradient وإنتقال الأيونات بالإنتشار Diffusion يحدث ما دام هناك فرق في التركيز ويتوقف عندما يتساوى تركيز المحلول المحيط بالجنر مع تركيز الأيونات على سطح الجذر أو في العصارة الخلوية فتراكم محدث لتوازن دونان Donnan equilibrium وعملية التبادل أن توديا إلى تراكم الأيونات في الخلية ولكن المعتقد أن هناك آلية أخرى مع العمليتين المشار إليهما تعمل على تجميم الأيونات داخل الخلية.

وتحتاج عملية التراكم إلى طاقة ليزداد تركيز الأيونات في الخلايا بصفة مستمرة وتمنع عودة الأيونات إلى الوسط الخارجي والمصدر الذي يمد النبات بهذه الطاقة هو عملية التنفس.

كان Lundgardh & Burstrom من أول من لاحظ أن زيادة تركيز الأملاح على سطوح الجنور التى تتنفس فى الماء يصحبها زيادة فى إمتصاص الأكسيجين وإخراج ثانى أكسيد الكربون ولذلك فقد سمى هذا التنفس بتنفس الأنيونات أو تنفس الأملاح Anion or Salt-respiration وأوضع Hoagland and Broyer أن إمرار تيار من الأكسيجين فى محاليل مخففة غمرت بها جنور شعير مفصولة

يؤدى إلى تراكم الأملاح داخل خلايا الجذور بينما إمرار تيار من النيتروجين بدلا من الأكسيجين يؤدى إلى نقص تراكم الأملاح أو توقفه .



شكل (٦): أثر النسبة الملوية للأصبيبين على إمتصاص البوتاسيوم نقلاً عن: (Hoagland and Broyer - Babcock)

ويرتبط تركم الأملاح مع عملية الأيض Metabolism في الغلية فالتنفس يودى إلى إنطلاق الهيدروجين من الكربوهيدرات وينتقل هذا الهيدروجين ليتحد مع أوكسيجين الجو مكوناً ماء ويتم هذا الإنتقال بواسطة مجموعة من المواد يطلق عليها سينوكرومات Cytochromes ويساعد في هذه العملية إنزيم أوكسيديز السيتوكروم Cytochrome oxidase ويرى لننجارد أن العامل المساعد في حالة تنفس الأملاح مركب يحتوى الحديد - الهمين Hemin بينما يكون في حالة التنفس الحدى أو التنفس الأرضى Ground respiration إنزيم آخر.

جدول (۱۱) :

ملليمول / لتر		الأيون
عصارة النبات (الألجى)	ماء مستتقع	
١٠,٠	٧١٧,٠	صوديوم
٥٤,٣	.,.01	بوتاسيوم
١٠,٢	.,٧٧١	كلسيوم
14,4	1,74.	مغنسيوم
۸,٣	٠,٣٢٣	كبرينات
۸,۰۶	٠,٩٠٣	كلورور

من دراسات Hoagland نقلاً عن بابكوك Babcock .

ويفسر Lundgardh تجمع الكاتيونات داخل خلايا الجذر على أساس إنطلاق الهيدروجين فتتبادل معه الكاتيونات التى أدمصت على سطح الجذر فى طريقه من داخل الخلية إلى خارجها ويفسر تجمع الأتيونات على أساس أن الحديد يتغير تكافوه من الثناتي إلى الثلاثي فيفقد إلكترون ويرتبط بأنيون بدلاً من الإلكترون المفقود وأنه يوجد موجات من الإلكترونات من الداخل إلى الخارج وبالتالي تستطيع الأنيونات أن تتنقل في الإتجاه المضاد من الخارج إلى الداخل .

وعندما تصل الأنيونـات إلى الداخــل تنفصــل المسيتوكرومات وتتحـد مــع الكاتيونات في الفجوة العصارية بالخلية .

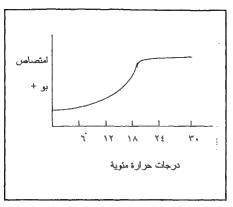
من دراسات هوجلاند وبروير Hoagland & Broyer يتضح الآتى : ١- أن القيام بعملية الأيض Metabolism ضرورى لعملية تراكع الأيونات .

- ۲- يزيد تراكم الأيونات بزيادة نشاط عملية الأيض وبذا تزيد عملية التراكم بزيادة الأكسيجين حول الجذور حتى تصل إلى نهاية عظمى عندما تكون نسبة الأكسيجين مطابقة لنسبته فى الهواء الجوى وكذا يزيد التراكم بإرتفاع درجة الحرارة حتى ٥٤٠م.
- ٣- يختلف معدل امتصاص الأبونات عن بعضها كل الإختلاف وقد قسم هوجلاند
 وبروير الأبونات الآتية إلى قسمين :

جدول (۱۲) :

أيونات يطيئة الإمتصاص	أيونات سريعة الإمتصاص		
الصوديوم	البوتاسيوم		
الكلسيوم	الروبيديوم		
المغنسيوم	الألومنيوم		
الفوسفات ثنانية الهيدروجين	' النترات		
الكبريتات	الكلورور		
البيكربونات	البرومور		

٤- يتأثر معدل امتصاص الأيون بنوع الأيونات الموجودة في البيئة فبعض الأيونات لها تأثير يعطل امتصاص الأيون فمثلا اضافة أيون أحادي مثل الصوديوم يعطل امتصاص البوتاسيوم بينما إضافة أيون ذي تكافو عال مثل الكلسيوم قد ينشط امتصاص البوتاسيوم ويطلق على التأثير الأول أنه تتافس بينما يطلق على الثاني أنه تنشيط Stimulation .



شكل (٧): أثر ارتفاع درجة الحرارة على امتصاص البوتاسيوم (نقلا عن: Hoagland and Broyer (Babcock

البناء الضوئي:

يعتبر البناء الضوئى أى بناء الكربوهيدرات فى أوراق النبات عند تواجد الضوء من الناحية الكيميائية تفاعل تأكسد واخترال بين ثانى أوكسيد الكربون والماء فيخترل ثانى أكسيد الكربون ويتأكسد الماء نتيجة انتقال الهيدروجين من الماء إلى ثانى أكسيد الكربون .

ولما كان محتوى الطاقة للنواتج لكبر من محتوى المواد الأصلية الداخلة فى التفاعل فمن الضرورى الحصول على الطاقة من مصدر خارجى وهذا المصدر الخارجى هو الضوء فالعملية فى جوهرها اخترال ضوئى لثانى أكسيد الكربون

وعملية البناء الضوئى عملية معقدة لا تزال معرفتنا لبعض ألياتها محدودة وقد يمكن فهم عملية البناء الضوئى من معرفتنا بالآتى :

 أ) تركيب البلاستيدات الخضراء والخواص الفيزيانية والكيميانية الصباغ هذه البلاستيدات وكذا نواتج البناء الضوئي.

دور أصباغ البلاستيدات الخضراء:

هذه الأصباغ تهم جميع الكلورروفيلات في البناء الضوئي بطرق متمائلة بشكل عام ويبدو أن دورها موزع فهي تمتص أطوالا موجبة معينة من الطاقة الإسعاعية ثم تحول هذه الطاقة إلى أطوال موجبة أخرى لتستعمل في البناء الضوئي أو تتقل الطاقة الممتصة مباشرة إلى مركبات يتضمنها التفاعل وتقوم بوظيفة العامل المساعد في طور ما أو في بعض أطوار من عملية البناء الضوئي وأول هذين الدورين هو أكثر وضوحا لأن لا ثاني أكسيد الكربون ولا الماء يمتص طاقة إشعاعية في الفجال المرنى فلا بد إذن من زيادة حساسية التفاعل بواسطة الصعفة .

أما الدور الآخر الكاوروفيلات فهو دور حافزى (عامل مساعد) فلا يشاهد أى تغيير في المَحْتَوى الكاورفيلات فهو دور حافزى (عامل مساعد) فلا يشاهد أى كاوروفيل " أ " إلى كاوروفيل "ب" بعد فترة بناء ضوئى نشط هى نفسها تماماً قبله ويدل ذلك على أنه لا يحدث أى تلف أو تحول دائم للكاوروفيل أثناء العملية ويظهر ذلك بطريق غير مباشر الرأى القائل بأن أحد أدوار الكلوروفيل في البناء الضونى دور عامل مساعد .

ووجود أصياغ الكاروتين في البلاستيدات الخضراء يوحى باسهامها في البناء الضوني ولو أن ذلك لم يؤكد بعد فبينما قد تساعد أصباغ أخرى الكلوروفيل بما يمتصمه من ضوء فى آلية البناء الضونى لبعض الأنواع على الأقل إلا أنه لا يمكن أن تعوض الكلوروفيل فى دوره كعامل مساعد إذ لم يوجد بناء ضوئى يتم فى خلية لا تحتوى واحدا على الأقل من الكلوروفيلات .

ب) لم يمكن حدوث بناء ضوئى معزول عن الخلايا فالعملية تحدث كاملة فقط فى خلايا صحيصة محتوية على كلوروفيل مما يدل على أن من الضدرورى لحدوث اليناء الضوئى من وجود مكونات أخرى فى الجهاز الخلوى الحى إلى جانب الكلوروفيل أو الكلوروبلاستيدات .

ويعتقد أن عنداً من الانزيمات يقوم بدور فى البناء الضنوئى ولو أنه يعزل أى إنزيم معروف أنه يساهم فى العملية وممما يشير إلى دور الانزيمات هو المسلك الحرارى للبناء الضوئى وتأثير مركبات كيميائية معينة على العملية .

قد تعتص خلايا الأوراق والأعضاء النباتية الأخرى ثانى أكسيد الكربون وتراكمه بكميات كبيرة وهذه عملية مستقلة عن البناء الضوئى وهى تمهيد لمشاركته الفعلية في العملية وتستطيع الأوراق الخضراء أن تمتص قدراً من ك أب يزيد كثيرا عن ما يمكن تفسيره بالذوبان البسيط في العصير الخلوى وهذه العملية عكسية ولا ترتبط بوجود الكلوروفيل أو بحدوث البناء الضوئى نظر لحدوثها بدرجة مماثلة تقريباً في الأعضاء غير الخضراء وفي الظلام وقد أتضح أن ثلاث وسائل على الأقل تعمل على تراكم ك أب في أوراق عباد الشمس وهي :

- ١ الذوبان في العصبير الخلوى .
- التفاعل مع معوقات الذوبان مثل الفوسفات .
- ٣- التفاعل مع كربونات غير مائلة للذوبان (قد تكون كربونات الكلسيوم).

الكلوروفيل:

يوجد فى المملكة النباتية عدد من أنواع الكلوروفيل من بينها كلوروفيل " أ " شائع الإنتشار فى جميع الكاننات التى تستخدم الضوء فى بناء الكربوهيدرات عدا البكتريا الخضراء والأرجوانية.

ويوجد كلوروفيل " ب " في جميع النباتات الراقية والطحالب الخضـــراء ولكن لا يوجد في معظم الطحالب الأخرى .

ويوجد كلوروفيل " جـ " فى الطحالب البنية والدياتومات التى لا تحتوى على كلوروفيل " ب " كما تحتوى الطحالب الحمراء على كلوروفيل " د " ولكنها لا تحتوى على كلوروفيل " ب " .

ويوجد نوع آخر من الكاوروفيل فى البكتريا الأرجوانية يسمى كلوروفيل البكتريا . وتحتوى البكتريا الخصراء على صبغة تبدو مشابهة تسمى بكتريوفيريدين وتتشوى وتحتوى جكتريوفيريدين وتتشابه جميع هذه الكلوروفيلات فى تركيبها الكيميائي وتحتوى جميعها على المغنسيوم .

وكلوروفيل أ ، ب هو الكلورفيل المميز النباتات الراقيـة ولا يذوب في المـاء ولكنهما يذوبان في عدد من المذيبات العضوية .

ويذوب كلوروفيل "أ" فمى كحول الايثابل والأثير الايثيلى والأسبقون والأسبقون والكلوروفورم وثانى أكسيد الكربون . وكلوروفيل "ب" يذوب فى نفس المذيبات ولكن بدرجة أقل ومحلول كلوروفيل "أ" لخضر مزرق ولكنه أزرق فمى الحالة الصلبة أما كلوروفيل "ب" فأخضر وأخضر مسود فى الحالة الصلبة .

ومحلول كلوروفيل " أ " فى كحول الأيثيل ذو وهـ أخمّر يكون شديد الوضوح عند رؤية المحلول فى ضوء منعكس وللمحاليل المشابهة من درروفيل "ب" وهج أحمر بنى عند إحراق الكلوروفيل النقى يتخلف رماد يتكون من أكسيد المغنسيوم فهو بالرغم من أن الحديد ومعادن أخرى تعتبر صرورية لتكويسن الكلوروفيل فى الخلايا الحية غير أن المغنسيوم هـ والمكون الوحيد بجزئ الكلوروفيل .

وتتكون نواة جزيئ كلوروفيل " أ " من تركيب حلقي معقد يـتركب أساساً من أربع حلقات يتصل بعضهما ببعض بمجموعات ذريه وسطية وتح<u>ط كل</u> حلقة منها سلاسل جانبية أهمها (ك، يد، أ أ والتى تعطى الفينول عند تحليه مدياً .

والضوء ضرورى فى تكوين الكلوروفيل فى النباتات مغطاة البذور أما فى الطحالب والجزاريات والسرخسيات والمخروطيات فبناء الكلوروفيل يمكس أن يتم فى الضوء أو الظلام على حد سواء ولو أنه يكون قليلا فى الظلام ولا تستطيع البادرات فى الظلام أن تكون كلوروفيل فى غياب الأوكسجين حتى ولو أضبئت فى ظروف أخرى تناسب تكوين الكلوروفيل.

فالأكسيجين ضرورى فى سلسلة التفاعلات التى تنودى إلى بناء الكلوروفيل كما لا يستطيع البادرات إذا أخليت من الكربوهيدرات الذانبة أن تخضر حتى ولمو كانت جميع الظروف الأخرى مناسبة لبناء الكلوروفيل .

ويدخل النيتروجين في تركيب جزىء الكلوروفيل ولذا فإن فشـــل تكون الكلوروفيل يعتبر عرضا مألوفا لنقــص النيــتروجين ومثــل النيــتروجين يكـون المغنسيوم جزءا من جزيئات الكلوروفيل ولذا يؤدى نقص المغنسيوم إلى تكون بقع صفراء مميزة في الأوراق الأكبر سنــأ.

ولا تستطيع النباتات الخضراء أن تبنى الكلوروفيل بدون تواجد الحديد وأن يكون ميسوراً أما إذا لم يكن موجودا فالأوراق تفقد لونها (تبيض) أو يصفر لونها فالحديد لازم لتكوين جزئ الكلوروفيل رغم أنه لا يدخل فى تركيبه . كما يسبب غياب المنجنيز أو النحاس أو الزنك اصفراراً فى النباتات ويبدو أن هذه العناصر تلعب أدوارا غير مباشرة فى بناء الكلوروفيل .

ويمكن الكلوروفيل أن يتكون في مدى واسع من درجات الحرارة فنباتات القمح الشاحبة يمكنها أن تكون الكلوروفيل في درجات حرارة من ٣ و ٤٨°م غير أن تكونه يكون أسرع في درجتي ٢٦، ٣٠ °م ويختلف ذلك حسب نوع النبات.

ويصف فريد وشُابيرو (١٩٦١) دخول الأيونات في الجذور بأنها عملية سلبية Passive و عملية ليجابية Active .

: Passive Entry الدخول السلبي

تتخيل هذه النظرية أن المحلول الأرضى يمتد إلى داخل الجذور فيما يسمى المسافات الخالية Frees Space وهناك بعض الدلالات على وجود هذه المسافات في المواد الحيوية Biological ولكن هذه الدلالات ليست قاطعة بأن المسافات في الجذور الحية للنبات تكفى مرور كل الكاتبونات والأنبونات من المحلول الأرضى إلى داخل النبات وإليه ومن رأى فريد وشاييرو أنه إذا كانت المسافات الخالية . موجودة في النباتات فإنه لا يبدو أن لها تأثيراً على تركيز الأيون في جوار الجذور.

: Active Entry الله للأيوابي للأيونات

يذكر فريد وشابيرو أن Van der Honert يوضح عملية دخول الأيونات دخولا إيجابيا بالفوسفات التى تدمص على الطبقة السطحية ليروتوبلازم خلايا الجنور ثم تحمل على ما يشبه حزام دائم الدوارن فتتقل من السطح إلى الداخل ويعود خاليا من جديد لينقل حمولة جديدة ويريان أن الدخول الأيجابي يؤدى إلى تجمع أو تراكم الأيونات داخل خلايا الجذر ويعبر Hagen and Epstein عن عملية التجمع كما يأتى:

حيث أ الأيون و ر الناقل Carrier الذي يحتوى مكانا يربط فيـه الأيـون و أر مركب متوسط يدخل في عملية ايجابية Active ينتج عنها عبور الأيون .

وتوضع المعلالة (١) حدوث تشبع جزئى لأماكن الربط بينما المعادلة (٢) تقتضى حدوث أيض Metabolism فى الخطوة الأيجابية نحو التجمع وتعتبر عاملا محددا له .

الماء الأرضى:

يؤدى الماء أثناء وجوده بالأرض دوراً حيوياً في حياة النبات دفع كثيرين مـن المشتغلين بعلوم الأراضـي والنبات إلى دراسته دراسة مستفيضـة * ونوجز فيما يلى بعض خواص الماء الأرضـي :

پستطيع القارىء الإطلاع على مزيد من المعلومات عن هذا الموضوع فى عدد غير قليل من المؤلفات في هذا المغرع من علوم الأراضي .

يقسم هذا الماء إلى عدد من الأقسام حسب الأساس المتخذ في تقسيمه فيإتخاذ مقدار الماء الذي ينقد من الأرض على درجات حرارة مختلفة أساسا التقسيم فيان الماء الأرضى ينقسم إلى :

١- ماء يفقد من الأرض على درجات حرارة منخفضة ويشمل:

- الماء الموجود في المسام البينية في الأرض.
- ماء الاتنفاخ الذي يفقد في بعض الحالات على درجات حرارة منخفضة .
- تفقد اتواع من الطين مثل السبيولايت sipulite والاتابولجايت attopulgite
 ماءها على درجة حرارة منخفضة .

ويتميز النوع الأول من هذه الأنواع بأنه لا يحتاج إلا للى ارتفاع قليل فى درجة الحرارة حتى تبدأ الأرض فى فقده أما النوعان الأخران فيحتاجان للى حرارة أعلى نوعاً.

٧- ماء يققد من الأرض على درجات حرارة عالية يشمل:

- الماء الممتص الذي يفقد على درجة حرارة ١٠٥٥م دون أي تحلل في
 مركبات الأرض نفسها.
- الماء الذى تحقظ به الأرض بين رقائق الطين أى ماء الانتفاخ وينقد على
 درجات حرارة تتراوح بين ١٣٠٠ ٢٠٠٥م.

ماء التبلور:

يدخل هذا الماء في تركيب بللورات الطين ويتطلب درجات حرارة أعلى من النوع السابق يتوقف على نوع الطين نفسه ففي طين الكولينيت تكون هذه الدرجة ٥٠٠٠م، بينما في طين المونتموريللونايت تكون درجة الحرارة ٥٠٠٠م، ٥٠٠م،

وقسم بيوكوس Boyoucus الماء الأرضى على أساس صلاحيته للنبــات الِــى الأقسام الأتية :

١- ماء الجاذبية:

الذى تقده الأرض تحت قوة الجاذبية الأرضية وهو زائد عن حاجة النبات super available .

٢ - الماء الحد :

وهو الجزء من الماء الذى تحتفظ به الأرض ضد الجذبية الأرضية ولكنه لا يكون متحداً بالأرض إتحاداً كيميانياً أو مرتبطاً بها بقوى تجعله غير حر . وهذا الماء صالح لإستعمال النبات (ميسور للنبات) ويتجمد عادة على درجة حرارة 0 , 0 ,

٣- الماء غير الصر:

وهو الماء الشعرى ويكون مرتبطا بالأرض بقوى كهروستاتيكية أو شعرية Electrostatic or capillary أو يكون متحداً ببعض مركبات الأرض اتحادا كيميائيا . ويتميز بخواص تختلف عن خواص الماء الحر . وهذا الجزء من الماء غير ميسور للنبات (لا يستطيع النبات إمتصاصه) .

ودرست القوى التى تؤدى إلى تقييد الماء وتحويله إلى الحالة غير الحرة bound وأوضح Rose وBuehrer أن جزيئات الماء يمكن أن ترتبط بجزيئات الغرويات بقوى الجذب الكهروستاتيكية لهذه الجزيئات أو الأيونات والالكتروليتات أو الكاتيونات المتبادلة الموجودة على سطوح الطين ويفسر Terzaki وأخرون ذلك بأنه لما كانت لجزيئات الماء خاصية القطبية * فأنها تتخلل حبيبات الطين التي

^{*} يمكن الإطلاع على مزيد من المطومات عن الماء وتركبيه وخواصه في كتابنا " الماء ... مازق ومواجهات ".

تعمل عادة شعنات سالبة على سطوحها ولذا فالطرف الموجب من جزئ الماء يرتبط مع السطح السالب لحبيبة الطين ويتجه الطرف السالب للماء إلى الخارج فيرتبط بهذا الطرف السالب طرف موجب لجزئ أخر من الماء وهكذا .

التعجن Puddling - ا

يجبر جزينات الماء على دخول المسام الصغرى Micropores التى تتكون نتيجة لهذه العملية وتؤدى هذه العملية إلى تقريب حبيبات الطين بعضمها من بعض وتطرد الهواء من المسافات البيئية .

قد توجد جزيشات المساء على هيئة غشاء رقيق بين جزيشات الأرض التى تترسب فى اتجاه واحد نتيجة لعملية التعجن كما اقترح بريزيل وماكجورج أن الماء يدخل بين رقائق بللورة الطين من مجموعة المونتموريللونايت.

وتقال قوی جذب جزینات الماء نشاط الماء کمذیب وکذا تغیر خواصه کساتل
دی قطبین dipolar وسمك الماء المدمص المرتبط بسطوح الطین یتراوح بین
۲۵-۱۰ انجستروم هو ما یساوی نحو ۱۰ أو ۱۵ جزیئ من الماء وقدر جریم
وکرثبرت Gripm & outbbert أن السمك حوالی ۳ جزینات من الماء فی حالة
طین المونتموریللونایت الصدودی بینما فی المونتموریللونایت الکلسی کان هذا
السمك ۷ جزینات من الماء .

وقسم الماء الأرضى أيضاً إلى :

أ – السعة الحقلية :

يمكن الحصول على تقديرات لهذا الماء باتباع طرق معالجة بسيطة نسبيا تجفف التربة في الهواء وتوضع في إسطوانه زجاجية بحيث تملوها تقريبا ثم تمسب كمية قليلة من الماء على الطرف العلوى لعمود الأرض الموجود في الأسطوانة وتسد الأسطوانة بسداد يمنع التبخير منها فيتحرك الماء ببطء إلى أسفل العمود الأرضى وبعد يومين أو ثلاثه تتوقف حركة الماء إلى أسفل فيقدر محتوى الأرض من الماء في الجزء العلوى المبتل بالطريقة العادية .

ب- المكافئ الرطويي :

يعرف بأنه النسبة المنوية لمحتوى الأرض من الماء الذى تحتفظ به ضد قدوة شد تبلغ ١٠٠٠ مرة قدر قوة الجاذبية الأرضية ويمكن تقديرها بوضع عينة من التربة في كووس ذات قاع مثقوب (صممت لذلك) ثم توضع في جهاز الطرد المركزى لمدة تبلغ نحو ١ ساعة وتطرد هذه القوة كل الماء الذي لا يرتبط بحبيبات التربة برباط قوى ويقدر محتوى الرطوبة الذي احتفظت به الأرض بعد التجفيف في الفرن ويعبر عنه بنسبة منوية من الوزن الجاف .

تقدير نقطة الذبول الدائم:

توخذ عينة من الأرض وتوضع في وعاء محكم لا ينفذ منه الماء لا تؤثر عليه ، ويستعمل نبات عبد الشمس في كثير من الدراسات كنبات أختبار وتترك البذرة في عينة الأرض حتى تتمو ويبلغ النبات حجما مناسبا ثم يغطى سطح الأرض بالشمع حتى لا يتبخر منه الماء ويكون منفذه عن طريق النبات وفي نهاية المدة تصل النباتات إلى حالة الذبول الدائم نتيجة فقد الماء بعملية النتح -

ويمكن الحكم على وصول النبات لحالة الذبول الدائم بوضع النبات طوال الليل في جو مشبع ببخار الماء فلا يستعيد النبات حالته الطبيعية وتعتبر هذه النقطة من النقط الحرجة في هذا التقدير فإذا ما تعت هذه الحالة توخذ عينة من الأرض ويقدر فيها ما تحتويه من الماء .

الماء الأرضى الميسور للنبات :

هو مقدار الفرق بين محتوى الأرض من الماء عند السعة الحقلية ومحتواها عند نقطة الذبول الدائم .

إمتصاص النبات للماء من الأرض:

يمكن النبات أن يمتص الماء عن طريق الأوراق أو الأعضاء الهوائية أو عن طريق الجذور وبالنسبة للنباتات النامية في الأرض فإن الامتصاص عن طريق الجذر هو المصدر الأساسي لمد النبات بحاجته من الماء.

وآلية إمتصاص الماء عن طريق الجذور تتقسم إلى نوعين :

١- الإمتصاص السلبي:

ينتقل الماء من المحلول الأرضى إلى خلايا جذور النبات عندما يكون نقص الضغط الانتشارى Deffsion Pressure Difcit في عصير هذه الخلايا أعلى من نظيره للماء الأرطني ودخول الماء إلى خلايا الجذر بهذه الطريقة يطلق عليه الامتصاص السلبي لأن خلايا الجذر نفسها لم تقم بدور مباشر فيه فنقص الضغط الانتشاري فيها ناتج غن ظروف نشأت في الأعضاء الطيا للنبات.

٧- الإمتصاص المباشر أو الإيجابي:

هو امتصاص الماء من الأرض الناشئ عن الجذر نفسه ويعزى ذلك للضغط الجذرى فقد اتضع أنه بالرغم من انخفاض الضغط الاسموذى في عصارة الانابيب الخشبية بالجذر فإن الضغط الاسموذى لها عادة أعلى من نقص الضغط الانتشارى D.P.D. للأرض عند السعة الحقاية وبالتالي يتحرك الماء من الأرض إلى الجذر.

والعقدار الذي يمتصه النبات بهذه الوسيلة أقل كثيراً مما يمتصمه عن طريق الامتصاص السلبي ... ويتأثر مقدار الماء الذي يمتصه النبات من الأرض بالعوامل الأتية :

- ١- المحتوى الرطوبي للأرض.
 - ٢- تركيز المحلول الأرضى .
 - ٣- تهوية الأرض .
 - ٤- درجة حرارة الأرض .
- ٥- نمو الجذور ويدخل في ذلك مدى إنتشار ها بالأرض .

تسميد الأراضى المتأثرة بالأملاح

التسميد هو التطبيق العملى لعلم تغذية النبات ومنذ أن أتضح للباحثين أن النبات يمتص عناصر معينة في صورة أيونية وأنه لا يتم دورة حياته إذا غاب أحد هذه العناصر من البيئة التي ينمو فيها وحلت هذه الأراء محل الأراء القديمة التي أشرنا إليها مثل أن النبات يتغذى على الماء أو أنه يتغذى على المادة العضوية منذ أوضح الباحثون دور العناصر في صورها الأيونية البسيطة في تغذيبة الحاصلات بدأ الإهتمام بإنتاج هذه (الأملاح) الضرورية لتغذية النبات وكان لموز Laws أول العناصر وهو من ترجم هذه الأفكار إلى واقع فعظام الحيوانات مواد غنية بالفوسفور وهو من أول العناصر التي وضحت ضرورته للنباتات ولكن الفوسفور في العظام في صورة غير بسيطة لذا كان من الضروري تحويل هذا الفوسفور المعقد إلى ملح فوسفات ذائب وذلك يمعاملة مسحوق العظام بحامض الكبريتيك واطلق على المركب الناتج سوبر فوسفات وهو تطبيق لرأي ليبج من قبل بأن القيمة الغذائية لمسحوق العظام والكوردريك .

بعد إنتاج السوير فوسفات بدأ الزراع في إنط ترا يستخدمونه وأنشأوا صناعات أخرى لإنتاج أسمدة البوتاسيوم من مناجمه في ألمانيا ثم أسمدة النتروجين وكانت الصناعة الأخيرة معتمدة على تجهيز رواسب النترات في ساحل شيلي الغربي وغمرت العالم بسماد نترات الصودا الشيلي .

كان إنتاج الأسمدة (الكيميائية) خطوة حاسمة في تاريخ البشر فبالأسمدة أمكن زيادة أنتاج الغذاء للملايين مـن البشر وفي التجارب الحقلية التي قمنا بها كان التسميد بالنتروجين يضاعف مقدار الذرة أو القمح الذاتج من نفس المصاحة.

وإذا كانت المسلحة القابلة للزراعة في العالم سنة (١٩٧٨) تتراوح من ٢٠٨ مليون هكتار و٧ مليون هكتار حسب تقدير Powly سنة (١٩٧٠) أو ١٨ و ١٩ بليون هكتار حسب ما جاء في خريطة أراضي العالم ولو أن نحو نصفها يعاني من التغطية بالبلاج الدائمة وأن جمهرة سكان العالم يعانون من أنخفاض مستوى المعيشة ونقص الغذاء فإن زيادة انتاج الغذاء يعتبر واجبا ضروريا على كل دولة وفي أغلب التجارب المقلية للتي قمنا بها أدت أضتافة السماد إلى مضاعفة انتاج القمح أو الذرة من وحدة المساحة (الفدان أو الهكتار) فإذا كان تسميد المساحة المزروعة بالعالم بالأسمدة المناسبة وأهمها الأسمدة النيتروجينية يمكن أن يزيد بنتاج كل فدان واحد ظناً واحداً من القمح أو الذرة فإن القمح الناتج يمكن أن يزيد المتادير ذات أهمية لتقابل الزيادات في اعداد السكان فالمتوقع أن يصل عدد سكان العالم سنة (١٥٠٠) نحو ١١ بليون نفس.

فالتسميد (الكيميائي) هو تغذية الحاصلات حتى تنتج غذاء أكثر ولذا أقبل البشر على انتاج هذاء الأسمدة بأنواعها المختلفة في مختلف الدول وأصبح في مصر مصانع لإنتاج أسمدة النيتروجين (بدأت بإنتاج نترات الكسيوم ثم كبريتات الأمونيوم ثم اليوريا) وكان إنتاج الأسمدة الفوسفورية قد سبق إنتاج الأسمدة النيتروجينية فأنتجت مصانع كفر الزيات ثم مصانع أبو زعبل

السوير فوسفات وتبعها مصانع بأسيوط ، واستخراج الأباتايت من مناجمــه بسواحل البحر الأحمر وأخيرا من مناجمه في أبو طرطور بالواحات الخارجة .

وقد قابل استخدام السماد انتشار الأراضى الملحية (المتأثرة بالأملاح) فى مصر نتيجة الرمى بدون صرف كفء فى بعض المناطق وأصبح التسميد مشكلة فى هذه الأراضى وفى غيرها من أراضى العالم إذ قدرت مساحة الأراضى المتأثرة بالأملاح بنحو 1۲۹ مليون هكتار منتشرة فى جميع قارات العالم .

ولوحظ أن استجابة الحاصلات المزروعة في أراض ملحية للأسمدة أقمل ممما هو متوقع وأصبح التسميد من الناحية الاقتصادية عملية مشكوكا فيها .

قامت هيئات البحث العلمى فى أنحاء متفرقة من العالم لدراسة هذه المشكلة " كيف يمارس الزراع تسميد أراضيهم إذا كانت ملحية أو صودية " فوجود تركيز عال من الأملاح الذائبة ونسبة عالية من الصوديوم المتبادل وظروف تهوية سيئة وسوء النفاذية الأرضية صفات شائعة فى الأراضى المتأثرة بالأملاح وهى صفات تؤثر على نمو النبات وتحد من استجابته للتسميد فتسميد هذه الأراضى يمائل

كانت دراسات برنسين (Bernstsin, 1974) ذات أهمية وكان رأيه أنه يجب أن تقارن الفائدة التى تتحقق من طرد الأملاح من الأرض الملحية لتحسين الانتاجية والفائدة التى يمكن أن تتحقق من التسميد في هذه الأرض:

أ) إذا أمكن تصحيح أحد هذين العاملين المحدين للإنتاجية وأن تصحيصه
 (بالفسيل أو أضافة العماد) يزيد الانتاج عن تصحيح العامل الأخر .

فإذا كانت ملحية الأرض المزروعة قمحا نحو ١٧ دس/م فإضافة السماد لزيادة انتاجية القمح في هذه الأرض لا تغيد بالمقارنة مع غسيل هذه الأرض لطرد الاملاح فيها وخفض ملحيتها حتى مستوى يمكن للقمح تحمله وعموما فالتسميد إلى المستوى الذى تحققه في الأراضى غير الملحية لا يتوقع منه عائدا جيداً مادامت الأملاح تخفض المحصول بنسبة ٥٠٪ منه في حالة الأرض غير الملحية .

- ب) على الجانب الأخر عندما تكون خصوبة الأرض وليست الملحية هي العامل
 السائد فإن الفائدة من التسميد تكون ذات تأثير على الأنتاجية أكبر من الفائدة
 التي يمكن أن تحقق من خفض الأملاح بالغسيل .
- ج) والحالة الثالثة تحدث عندما يكون انخفاض الانتاجية الناتج عن إنخفاض خصوبة الأرض وعن ملحية الأرض متوازنان فريادة خصوبة الارض والغسيل قد يعطيان زيادة متساوية في الانتاجية على أي حال التأثير الأعلى لكل من العاملين يحدث عندما لا يكون أي منهما عاملا محددا.

وتأثير الأملاح والنيتروجين أو الفوسفور على المعونات المعدنية الأخرى كانت تتوقف حسب كل محصول وأجرى العبيدى والرماح (١٩٨٠) تجارب حقلية بالعراق على أراض مختلف ذات قوام مختلف وكانت EC مختلف من + 0.9 مختلف من + 0.9 منافعة ذات قوام مختلف وكانت المحسوك وبين ملحية + 0.9 د س/م في تجرية الشعير وقد حصلا على ارتباط سلبي بين المحصول الناتج ودرجة الملحية بالنسبة للقمح (+ 0.9 - + 0.9 والنسبة للشعير كانت + 0.9 والمسابق التأثير الضار اللهي أن هذه العلاقات قد تاثرت بشدة باختلافات النترات والقوسفور في كل من الأرضين وعموماً فإن التأثير الضار

للملحية قد أنخفض بزيادة خصوبة الأرض فقد لاحظا أن محصول القمح والشعير كان أعلى مع زيادة الفوسفور الأرضى مع ثبات مستوى الأملاح أما بالنسبة للنيتروجين فقد أشارا إلى أن الارتباط بين إختبار وNO والمحصوب يرجع إلى تمقيدات في العلاقات بين محصول الحبوب ومحتوى النترات وملحية الأرض .

ووجدا إرتباطاً معنوياً موجباً بين محتوى الأرض من NO₃ و EC الأرض وقد عرضا نتائجها بيانيا بين NO₃ والمحصول الناتج للشعير فكانت الاستجابة خطا مستقيما تحت EC منخفضة من صفر - 2 د س/م ثم تغيرت إلى علاقة خط منخى في حالة EC أكبر من 2 د س/م.

وقام المزاوى وسعد الله (۱۹۸۰) بتجارب أوعية لدراسة أشر التسميد بالبورون والأملاح على محصول القمح مكسيباك وأوضحت دراستهما أنه في حالة Λ , Υ EC مكن الحصول على محصول من القمح في وجود ١٦٠ كجم Λ أملارض ذات Λ , Λ EC دس/م وإضافة نفس مقدار Λ (١٦٠ كجم Λ) الى نباتات نامية على ارض ذات Λ , Λ ا Λ 10,9 EC على أول ا Λ 13 أول ا Λ 10,9 أول ا أن هذه النتاتج تعزم آراء برنستين (١٩٧٤) إذا كان كل من الخصوية ومن ارتفاع الملحية محددين المحصول فإن إصلاح أحدهما الأكثر تحديدا للنمو يزيد المحصول وأما إذا كانت الخصوية محددة والملحية محددة للمحصول فإن تحسن الخصوبة Λ 2 تعطى زيادة في الإنتاج .

ومن دراسة الكاتب (بلبع ١٩٦٣) وضع أن وزن القطن (بذور + شعير) الناتج عن إضافة نيتروجين وفوسفور إلى أرض غير ملحية كمان أكبر منه في حالة القطن النامي في أرض ملحية . و أسننتج من ذلك أن تسميد القطن في أرض غير ملحيـة أكثر ربحاً منه في أرض ملحية وفي نفس الوقت فإن انتاج القطن مع إضافة المعدلات الإقتصادية من النبتر وجين كسماد كان أعلى في أرض غير الملحية منه في الأرض الملحية.

وأوضح عامر وزملاوه (۱۹۹٤) أن تقدير استفادة السماد النتروجيني من استخدام ميول العلاقة بين المحصول والنيتروجين (طريقة بليع وبراى) المضاف كانت ٥٨٪ و ٤٦٪ بالنسبة للأرض غير الملحية والأرض الملحية على التوالي وأستخدم بليع وبسيوني (١٩٦٨) الفوسفور المشع P³² في تسميد الطماطم المروية بمياه بها كلوريد صوديوم وآخر به كلوريد كلسيوم وقد أتضع أن النباتات التي رويت بالماء المعلح قد أفضت فوسفور أقل من النباتات التي رويت بماء الصنبور وكان النقص في كلُّ من مصدرى الفوسفور الأرضى والسمادي .

أختبر بيخهام و Na Cl وملح Na Cl وماضناف من القمح المكسيكي ودرجة تأثر ها بمستويات من NO وملح Na Cl وأستخدما زراعات رملية لتسميد القمح حتى النضيج في تؤزيع عاملي partial foctorial مع ٥ مستويات من NO، و Na Cl وأستخدما ١٣ محلولا مع ٤ مكررات وأحتوت هذه المحاليل على ٣ و ٦ و ٩ و ١٢ و ١٥ المليمكافئ NO، مع Na Cl بتركيزات تعطى ضغطا إسموزيا صغر و ٢ و ٩ و ٢ و ٩ و ٣ و ٨ جو .

وأوضحت دراستهما أن التقريع وإخراج السنابل كان أكبر في حالة 9 ماليمكافئ NO3 وأقل في أعلى مستويات NA (٨ جو) وكان انتاج القش والحبوب ومستوى التقريح وإخراج السنابل أعلى في حالة ٩-١٥ ماليمكافئ NO3 لتر بشرط عدم إرتفاع الماحية إرتفاعا زائداً.

وأوضح التحليل الكيميائي للأوراق المجموعة في حالة إخراج السنابل أنه مع زيادة مستوى NO₃ فإن محتوى الكلوريد ينخفض وعند مستوى ٨ جو Na Cl إنخفض Na Cl في الورقة من ٤٠٢٧ - ٢٠٤٤٪ .

تجمع الماء الأرضى في الأرض Water logging

تواجد مستوى ماء أرضى ضحل يقلل النمو لأن الجذور لا تتمو طبيعيا ويقل الأوكسيجين، فقد وجد ... Goins, et al. أن الـتركيب الكيمياني للذرة قد إختلف المختلافا واضحا بتغير عمق مستوى الماء الأرضى كما وجد Lal, taylor مثل هذه كما وجد أن محصول الذرة قد زاد بزيادة عمق مستوى الماء الأرضى حتى المستوى المناسب (٨٦-٣٧ سم) وهو ما أشار به Williams and Schilfgard لأن ظروف تشبع الأرض بالماء تؤدى إلى نقص التهوية وقد يؤدى ذلك إلى إختزال النترات إلى نتريت وقد أوضح Jordan أنه قد عزل ٢٢ ميكروب من ٥٩ ميكروب تم عزلها في ظروف غير هوانية .

وقد نصحا بالا يقل عمق مستوى الماء الأرضى عن ٧سم وفى هذه الحالة يجب تسميد المحصول بالنتروجين وقام سرى بدراسة التبادل النفعى Symbiotic يجب تسميد المحصول بالنتروجين وقام سرى بدراسة التبادل النفعى رملية أو بين ميكروبات الرايزوبيوم mhizobium والنباتات البقولية فى أراضى رملية أو والبازلاء وفول الصويا أفضل من حيث تكون العقد الجذرية والمحصول الجاف والمتصاص النتروجين وتثبيته بعكس النباتات التى نمت فى الأراضى الأخرى بعون أملاح فتكون العقد وتثبيت النتروجين قد تحسن بعد إصلاح الحيب ولم تتكون عقد فى جذور النباتات التى نمت فى الأرض الملحية .

معوقات الامتاج الناتجة عن الخواص الفيزيائية للأرض:

فى حالة الأرض الصودية غير الملحية تكون الخواص الفيزيائية للأرض سبئة فحبيبات الأرض تكون مفرقه مما يؤدى إلى سوء نفاذية الأرض وسوء النفاذية يجعل الأرض أقل قدرة على مد النبات بالماء وقد تزيد الصعوبات بالنسبة للنبات نتيجة ارتفاع مستوى الماء الأرضى وانخفاض الأوكسجين وصعوبة خدمة الأرض .

وأوضح .. Acharya et al. أن معدل سعب الماء بالجذور من قطاع الأرض المروعة بالخردل Acharya et al. المزروعة بالخردل Brassica juncea من الأرض ذات نسبة ص متبادل XTA ESP من الأرض ذات XTA ESP. ومن الأرض ذات ESP . • • • وفي حالة ESP // وبالنسبة لطبقات الأرض أعمق من ٣٠ سم لم يتغير ففي ESP منخفضة حدث استخلاص الماء بواسطة الجذور حتى عمق ٣٠ سم .

ونوجه النظر السى أنـه إذا كـانت الخـواص الفيزياتيـة للأراضــى الصـوديـة لـم تظـهر فـى حالة ESP ١٥ أو أكثر فإن النباتات قد تتمـو طبيعيـا أو بـالعكس وذلك حسب درجة حساسيتها للصـوديوم المتبادل .

وأوضحت دراسبة (۱۹۷۱) Mahaputra أن سلوك الفوسفور في أرض مغمورة وهذا الإختلاف في مغمورة بالماء يختلف كثيرا عنه في أرض غير مغمورة وهذا الإختلاف في السلوك ذو أهمية تطبيقية بالنسبة لتسميد الأرض بالفوسفور فالعلاقة بين الفوسفور المستخلص واستجابة النبات في حالـة الأرض غير المغمورة ذات أهمية إذا زرعت الأرض بالأرز وعموما فالأرز في الأراضي المغمورة المزروعة بالأرز يعطى استجابة منخفضة للفوسفور عن الأرض غير المغمورة .

وأتضحت زيادة الفوسفور الميسور سواء الفوسفور الأرضى أو المصاف فى الأرض المعمورة مقارنا بالأرض غير المعمورة قد أصبح مقبولا .

وأضاف (Patel et al. (1940) في إضافات من الجيم والسماد إلى أرض ملحية صودية (Patel et al. (1940 في الطبقة السطحية) وزرعت الأرض بالأرز وتبعية قمح ثم أرز وأوضحت نتائجهم أن المحصول الأول من الأرز المسمد بالنيتروجين والفوسفور و NPK و NP عناصر صغرى كان ناجحا فزاد الإنتاج من ٢٠٣٤ إلى ٢٠٣٧ كجم/مكتار بدون جبس وأن نفس الإنتاج قد حصلواً عليه في الحاصلات التالية للقمح والأرز .

ومن دراسات (Ragpur et al. (1980) أن إستجابة بنجر السكر وإضافات النيتروجين في حالة الأرض غير الملحية (Ec 0.67 ds/m) و PH هي الطبقة السطحية كان خطأ مستقيماً حتى إضافة ١٠٠ كجم نيتروجين /هكتار .

وأجرى واجنت تجربة فى الصوبة لدراسة أثار ملحية الماء والسماد على الشعير واستخدم ٣ مستويات من ملحية الماء وأربع مستويات سماد النيتروجين وسسويات مسماد النيتروجين و٣ مستويات من الفوسفور و٣ ريات على أرض ملحية غير جبسية .

وكانت نتائجهم أن محصول الحبوب الجافة قد نقص بتقليل عدد الريات من سماد النتروجين إلى زيادة ملحية ماء الرى من ٥٠٠ إلى ١٣٠٥ د س/م ، ولم تود إضافة سماد النتروجين إلى زيادة مقاومة النبات للأملاح ونتج عن ذلك انخفاض الانتاج مع زيادة التفريح على حساب ملء الحبوب ولم يتغير الوزن الجاف أو وزن الحبوب بزيادة اضافات القوسفور وقام نفس الباحث (1983) Wagenet et al. (1983) براسة آثار خصوبة الأرض بالتسميد والقوسفور والبوتاسيوم ومعاملات ملحية الماء على نباتات بقولية (Snap bean) في الصوبة مع ثلاث مستويات من ملحية الماء و قدرات للرى ومستوين من النتروجين المضاف مع ماء الرى و ٧ مستويات من القوسفور والبوتاسيوم وكان الهدف من الدراسة هو تقدير أن ملحية ماء الرى يمكن التغلب عليها بزيادة التسميد أو تحسين معاملات الزى وقد وجد أن محصول الفول قد ابنحفض بتقليل مرات الرى و بزيادة ملعية ماء الرى مادامت ملحية الأرض تصبح شديدة الإرتفاع (٥٠٨ د س/م) وأنتج النيتروجين المضاف نصبح خديد انتح مرتفع ولم يلاحظ تأثير النيتروجين في مجموعة من التجارب عندما كانت مجموعة أخرى من التجارب .

والحالة الثالثة تكون عندما تتعـادل إنخفاض انتاجيـة الأرض نتيجـة الخفاض الخصوبة وزيادة الملحية .

أوضح Ramamorthy أن نتائج تجارب حقلية أجريت لدراسة العلاقة بين محصول القمح والتسعيد وتأثرها بملحية الأرض أن الأضافة المحسوبة من السعاد للمصول على الأضافَ الاقتصادية كمانت N ۱۸۳ و P_2O_5 و P_3O_5 (كجم مكتار) عند درجة ملحية P_3O_5 ، د س P_3O_5 .

وكان تأثير الملحية والصودية مقدرة بوحدات SAR, EC أكثر أهمية في القطع غير المسمدة Control من القطع المسمدة وهو ما أوضحه قيمة R² في معادلات القطع غير المسمدة عن القطع المسمدة نتيجة لإخال SAR, EC في معادلات الدرجة الثانية.

وقد وضبح من معادلات الدرجة الثانية التي شملت أثر السماد و EC أن الكميات المناسبة من السماد يمكن أن نكون معتدة على مستوى الملحية وأجرى برنشنين وزملاؤه تجارب في الهجواء الطلق في زراعات رملية باستخدام الذرة والقمح والشمير و ٦ أنواع من الخضر نمت حتى النضج وكانت نتانجهم أن زيادة مستوى القوسفور (من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ميللومول) زادت ضرر الملحية الأرضية في حالة الذرة وقلت ألهفية الملوحة وخفض البوتاسيوم من ٢ إلى ٤٠٠ ملليمكافئ التركيب كان تأثيره غير منهنقر في حالة نقص مستوى N أو P بينما أثرت الملحية الأرضية تأثيرا شديداً على النمو وإستجابة بعض النباتات للتسميد لم تزد الملحية الضرر من انخفاض N و P من ملاحظة نتروجين وفوسفور الأوراق .

وتحول نباتات الكرنب والبرركولي إلى نباتات لا تتأثر بالملحية عند نقص N أو P أما الخضر الأغرى وهي الخس والجزر والبنجر والبصل فقد إتجهت نحو الاحتفاظ بتعملها للأملاح عندما تكون N و P ناقصين والنقص البسيط في N أو P خفض لمو البصل ، وحالة وجود أملاح كان له تأثير بمبيط أو لا تأثير له على محصول البصل عند ظروف ملحية .

وواضح أن الجزر يماثل البصل حتى فى حالة النقص الشديد فى النيتروجين أما البنجر فكان محصوله أعلى عنه فى وجود نقص شديد فى النيتروجين أما البنجر فكان محصوله أعلى عنه فى حالة أرض غير ملحية (كونترول) غير أنه إنخفض فى حالة الملحية العالمة ولم يوجد أى دليل على حساسية زائدة للأملاح عندما كانت الخصوبة عاملاً محدداً.

REFERENCES

- Amin, J.V. and H.E. Johan (1980). Growth of cotton as influenced by two substrate molybdenum. Soil Sci., 89: 102-107.
- Babcock, K.C. (1961). The soil as a medium for plant growth.
- Bailey, C.H. and A.M. Gwyar (1918). Respiration of stared wheat, J. Agric Res., 12: 685-713.
- Balba, A.M. (1957). Effect of water with different sodium and carbonate concentrations on the soil chemical properties and the growth and composition of plant. J. Soil Sci., UAR., 1: 85-97.
- Barber, S.A.; J.M. Walker and E.H. Vasey (1936). Mechanisms for the movement of plant nutrients from the soil and fertilizer to plant root Agric. and Food Chem., Vol. 11: 204-207.
- Barshad, I. (1950). The effect of the interlayer cations on the expansion of the mica type of crystal lattice Am. Miner., 35: 252-235.
- Bartlet, R.I. (1964). Measurement of cation and anion exchange capacities of roots using Na Cl exchange. Soil Sci., 98: 351-357.
- Bear, F.E. (1962). Chemistry of the Soil and 2nd ed. ACS. Monograph No. 160 Reinhold Pub. Co. N.Y.
- Black, C.A. (1957). Soil- Plant Relationships. J. Wiley & Sons. Inc, N.Y.
- Bray, R.H. (1942). Ionic composition in base exchange reactions. J. Amer. Chem. Soc., 64: 954-963.

- Broyer, T.G. (1965). Some aspects of inorganic plant nitration including studies on selenium. Ankara symp. For Isotope & Radiation. pp. 181-205.
- Buehrer, T.F. and Rose, M.S. (1945). Studies in soil structure.
 I- Bound water in normal and puddled soils Ariz. Expt. Sta
 Tech. Bul. No. 100.
- Chapman. H.D.; G.F. Liebig and A.P. Vanselow (1941). Some nutritional relationships revealed by a study of mineral deffiency and excess symptoms. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1939: 196-200.
- Drake. M.J.; S.J. Vengris and W.C. Collgy (1951). Colby cation exchange capacity of plant roots. Soil Sci., 72: 131-147.
- Elgabaly, M.M. (1955). Specific effects of adsorbed ions on plant growth. Soil Sci., 80: 238-248.
- Elgabaly, M.M. and I. Wiklander (1962). The mechanism of anion uptake by plant roots. Soil Sci., 931; 281-285.
- Ewing, D.T. and Surway, C.I.T. (1930). The density of water adsorbed on silica gel. Jour. Am. Chem. Soc., 52: 4635-4641.
- Fried, M. and L.A. Dean (1952). A concept concerning the measurement of available soil nutrients. Soil Sci., 73: 263-272.
- Fried, M. and R.E. Shaprio (1961). Annual Review of plant Physiology. 12: P.91.
- Fried, M.; K. Jensho and F. Zsaldas (1965). Effect of reduced oxygen tension on the uptake of inorganic ions by rice and barley. Isotope and Rad. Ankara Symp., pp.234-240.
- Geiseking. J. and H. Jenny (1936). Behavior of polyvalent cations in base exchange. Soil Sci., 42: 273-280.

- Glauser, R. and H. Jenny (1962). Two phase studies on availability of iron in calcareous soils. I- Experiments with alfalfa plants Agrochemical. 12: 263-278.
- Grim, R.E. (1983). Clay Mineralogy Mc Grow Hill N.Y.
 III contact exchange diffusion ionic membrane Agrochemical.
 5: P.1.
- Zienney, H. (1957). Contact exchange phenomenon between adsorbents and their significance in plant nutrition. Mineral Nitration of Plants, E. Troug ed.
- Mc Cants, C.B. and Black (1957). A biological slope ratio method for evaluating nutrient availability in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 21: 296-301.
- Melsted, S.W. (1953). Some observed Ca deficiencies in com under field conditions. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 17: 52-54.
- Olsen, S.R.; C.V. Cole; F.S. Watanabe and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circular, P. 939.
- Rassell, E.J. (1952). Soil Conditions and Plant Growth. Green Co. N.Y.
- Staut, P. (1940). Alteration in crystal structure of clay minerals as a result of phosphate fixation. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 4: 177-182.
- Vlamis, J. and A.R. Davis (1943). Germination, growth and respiration of rice and borley seedlings at low oxygen pressures. Plant physiology. 18: 685-692.
- Viets, F.G. (1965). In Soil Nitrogen by W.V. Bartholomew chapter 14.
- Williams, D.C. and N.J. Coleman (1950). Cation exchange properties of plant root surface. Plant & Soil., Vol.II: 243-253.

العناصر الثقيلة (الصغرى) في الأرض والنبات والبيئة

دكتور

عبد المنصم محمد بليع B. Sc. Dipl. (Stat.), MS.c., Ph.D أستاذ علوم الأراضى والميساه كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية

1731a - 11174

كتب علمية وثقافية للأستاذ الدكتور عبد المنعم بلبع

Published Books by: Prof. Dr. A.M. Balba

باللغة العربية

ا. فعص الأراضي Soils Examination (٢٠٠ صفحة) . دار المعارف .

٢- خصوبة الأراضى والتسميد (الطبعة الرابعة ١٩٨٠)

Soil Fertility and Ferilization 4th. Edn.

(٥٨٠ صفحة ٥٦ جدول - رسوم توضيحية - مراجع) - دار المطبوعات الجديدة - الأسكندرية .

٣- استصلاح وتحسين الأراضي (الطبعة الخامسة ١٩٨١)

Land Reclamation and Improvement 4th. Edn.

(۱۹۲ صفحة - جداول - ۳۳ رسم توضيحي - مراجع) - دار المطبوعــات الجديدة - الأسكندرية .

الأرض والأسمان ألى الوطن العربي - (دار المطبوعات الجديدة) .

Soils and Man In The Arab Countres

أضواء على الزراعة العربية _ (دار المطبوعات الجديدة) .

Light on Arab Agriculture

٦. المجــر Hungary - (دار المعارف) .

٧ الأكرية المتأثرة بالأملاح ١٩٧٩ - (الناشر FAO . روما)

Salt - Affected Soils

(١٣٥ صفحة قطع كبير - جداول - ٢٣ رسم توضيحي - مراجم) .

٨ . مصطلحات علم الأراضى بالأنجليزية ومرادفاتها العربية ١٩٨٢

Arabic - English Expressions in Soil Science

(٢٠٠٠ مصطلح ـ ٨٠ صفحة - أد عبد المنعم بليع و أ.د. السيد خليل عطــا) .

٩- أمس واليهم وعدا ١٩٨٤ (أراء ومقترحات عن الجامعات المصرية)

Yesterday, Today & Tomorrow (Suggestions Concerning The Egyptian Universities).

. البحث العلم ... صائع التقدم Scientific Research The Maker of Progress

۱١. الماء مآزل...وبواجهات Water and its Role in Development

(دار المطبوعات الجديدة - منشأة المعارف).

٢١. الأسهدة والتمعيد ١٩٩٨ - منشأة المعارف.

١٣_ استزراع أراضي الصداري والمناطق الجافة في مصر والوطن العربي ١٩٧٧

- منشأة المعارف . . - كالما Utilization of Desert Soils in Egypt & Arab Countries

١٤٠ الأرض والماء والتنمية في الوطن العربي ١٩٩٩ منشأة المعارف.

Soils, Water and Development in Arab Countries

10. الأرض .. مورد طبيعي لخير البشر ١٩٩٩ منشأة المعارف.

The land, a Natural Resource for The Benefit of the People

١٦. التعبير الكمى عن استجابة المحاصيل للتسميد

(الفاشير : جمعية أ.د. عبد المنعم بلبع لبحوث الأراضى والمياه) .

١٧ ـ تقويم وتثمين الأراضى الزراعية .. ١٩٩٩ منشأة المعارف .

١٨. عالم يحاصره التلوث - عام ٢٠٠٠ منشأة المعارف .

١٩- أحياء تحت سطح الأرض - عام ٢٠٠٠ الشنهابي الطباعة والنشر.

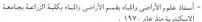
٢٠ - فعص الأراضي الزراعية وإختبار خصوبتها وصلاحية الماء للري ٢٠٠١ ، الشنهابي

- 21- Management of Problem Soils in Arid Ecosystems, CRC, N Y
- 22- Calcareous Soils.
- 23- Nitrogen Relations with Soils and Plants.
- 24- Fifty Years of Phsphorus Studies in Egypt.

(pub. by: prof. Dr. A.M. Balba Sco. for Soil & Water Research)

الكاتب في سطيور ...

عبدالتعميليع



- اصدر كتبا متعددة في علوم الأراضى والمياه ونشر أكثر من ثمانين بحثاً
 في هذا المجال في الدوريات العلمية المصرية والأجنبية
- اصدر وراس تحرير مجلة الاسكندرية لتبادل العلوم Alex.Sci Exch لتدعم النشر العلمي في وقت كان النشر العلمي في مصر يم بأزمة خانقة .
- تخرج في كلية الزراعة بالقاهرة ثم حصل على دبلوم عالى في الاحصاء من معهد الإحصاء بجامعة القاهرة والتحق بمعهد الصحافة (بجامعة القاهرة



- وخلال هذه الفترة الطويلة ساهم في تدريس مقررات علم الأرض لطلاب مرحلة البكالوريوس والدراسات العليا وقام پدراسات متعددة في مجالات هذا العلم منها دراسات إستصلاح واستزراع الأراضي ودراسات النتروجين والفوسفور واليوتاسيوم وكيمياء الصور السمادية المختلفة في الأراضي المصرية ومدى حاجة الخاصلات المصرية للعناصر الكبرى في الأرض على اختلاف أنواعها .
- وقد اهتم الكاتب بالتعبير الكمى عن استجابة الحاصلات للتسميد وحساب كفاءة السماد والتعبير رياضيا عن أثر العوامل المختلفة سواء الأرض أو درجة الملحية وغيرها على كفاءة هذا السماد وتصحيح بعض المفاهيم التى كانت شائعة في تقدير خصوية الأراضي وحساب الإضافة الاقتصادية من السماد .
 - وفي مجال الحصر التصنيفي للتربة قام الكاتب بعمل أول حصر تصنيفي لإراضي الساحل الشمالي الغربي. كما ساهم في دراسات مدى تلوث مياه غرب الدلتا .
- وقد دأب الكاتب على المساهمة في لجان تطوير التعليم الجامعي وما يعقد من مؤتمرات لهذا الغرض ونشر مقالات متعددة ذات صلة وثيقة به وقدم مذكرة لمؤتم إدارة وتنظيم الجامعات .
- م وقد ساهم الكاتب في العديد من المؤتمرات الدولية ورأس بعض جلساتها وقد أتاح ذلك له زيارة جيميع الدول العربية والعديد من دول العالم الأخرى بأوربا وأمريكا وكانت هذه المؤتمرات فرصة يندر أن تتاح للكثيرين وتحدث إلى العديد من أكبر خواء هذا التخصص .
- وقد كلفته اللجنة الاقتضادية والاجتماعية لغرب آسيا ESCWA بكتابة التقرير القطرى عن ارض مصر وكلفه برنامج الأمم المتحدة UNEP بتقدير تكلفة مقاومة التصحر في العالم ثم افده إلى سلطنة عسان لوضع برنامج لغام التصحر فيها ورأس لجنة كونتها عدة منظمات دولية هي منظمة الغذاء والزراعة ومنظمة المثانة الماء. UNESCO وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية UNEP لدراسة حالة تصحر الأراضي بالمملكة الأرد

 □ UNESCO
 - ه وأوقدته منظمة الزراعيج الاميم مصحف فللطبيع. وأوقدتم منظمة الزراعيج الميريية رئيسياً للجنة من خيرا ، عدة دول للراسة تهدف إلى تحسين بإنتاج مه ولاية مكناس بالمبلكة الغربية.
 - ودعت منظمات UNESCO,FAO والجمعية الدولية لعلوم الأراضى للمساهمة في اجتماعات لوه إراضى العالم في جنيف وروما ثم دعته منظمة FAO لوضع كتاب قامت بنشره عن الأراضى الملحية - وعبنته وزارة الزراعة المصرية رئيسامناويا للجنة من الخبراء المصرين وغيرهم لدواسة بحوث الأراضى وحالة المجاهدات وحالة المعامل على مستنوى الجمهورية وأصدر مكتب المنظمة في الشرق الأوسط كتباباعن اعد - وفي السنوات العشرين الأخيرة قام الكاتب بوضع نحو عشرين كتابة باللغة العربية و الإنجليزي للدرين في هذا المجال والعاملين فيه في أناحاء الوطن الدري .
 - حاصل على جائزة الدولة التقديرية في العلوم الزراعية عام ٢٠٠١.



